



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

Sistema propioceptivo en el entrenamiento y en la recuperación de las lesiones
del miembro inferior

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Licenciado en Tecnología Médica en la Carrera
Profesional de Terapia Física y Rehabilitación

AUTOR

Mostajo Fuentes, Manuel Brayan

ASESOR

Lic. Buendía Galarza, Javier

Jesús María, Julio - 2019.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis mayores anhelos.

A mis padres Ruth Fuentes y Manuel Mostajo, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes logre llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Tengo el orgullo y el privilegio de ser su hijo, gracias por enseñarme que debo luchar por lo que me hace feliz.

A mis hermanas Gianella y Solange, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mí enamorada Jennifer Astudillo, por acompañarme en cada etapa de mi carrera y estar presente en cada momento difícil e importante.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.



AGRADECIMIENTOS

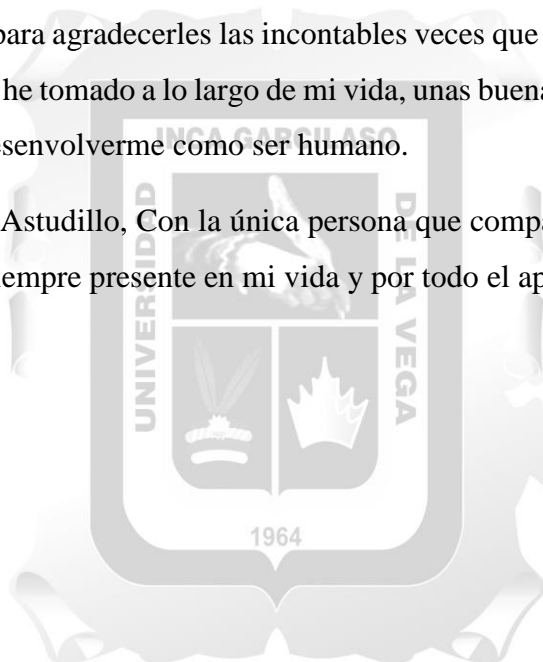
En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes.

A las autoridades de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega personal administrativa y docentes.

A mis padres Ruth Fuentes y Manuel Mostajo y mi segunda madre Carmen Fuentes, por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

A mi enamorada Jennifer Astudillo, Con la única persona que compartí toda la etapa de mi carrera, gracias por estar siempre presente en mi vida y por todo el apoyo que me brindas.

.



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Resumen: El miembro inferior es cada una de las dos extremidades que se encuentran unidas al tronco a través de la pelvis mediante la articulación de la cadera. Teniendo una función de soportar el peso del cuerpo en bipedestación y hacer posible los desplazamientos mediante la contracción muscular. La propiocepción se encarga de informar al organismo la posición exacta de los segmentos corporales, juega un papel importante en el control del movimiento siendo fundamental para las actividades diarias, el ejercicio, el deporte; regulando la dirección y el rango articular de movimiento permitiendo las reacciones y respuestas reflejas automáticas. Participa en el desarrollo del esquema corporal en relación con el espacio y de soporte para las acciones motoras. La defensa ejercida por los músculos depende de las respuestas reflejas y, además, de otros factores como la fuerza inicial desarrollada, la rapidez del reclutamiento muscular, la coordinación de los distintos grupos musculares que intervienen en el movimiento, las características de la fuerza en los diferentes tipos de contracción solicitada durante el movimiento. Se recomienda el trabajo de propiocepción en el miembro inferior como una parte del entrenamiento o la recuperación, obteniendo como resultados un aumento en la fuerza, la coordinación, el equilibrio, el tiempo de reacción en situaciones determinadas. También se ha de tener en cuenta que los reflejos protectores dependientes del sistema propioceptivo no son tan eficaces en condiciones de cansancio neuromuscular o articular, en las que disminuye su capacidad de activación en condiciones de fatiga.

Palabras claves: Miembro inferior, sistema propioceptivo, entrenamiento, recuperación y fatiga.

ABSTRACT AND KEYWORDS

Summary: The lower limb is each of the two extremities that are attached to the trunk through the pelvis through the hip joint. Having a function of supporting the weight of the body in standing position and making possible the displacements through the muscular contraction. The proprioception is in charge of informing the organism the exact position of the corporal segments, it plays an important role in the control of the movement being fundamental for the daily activities, the exercise, the sport; regulating the direction and joint range of movement allowing reactions and automatic reflex responses. Participates in the development of the body scheme in relation to space and support for motor actions. The defense exerted by the muscles depends on the reflex responses and, in addition, on other factors such as the initial strength developed, the rapidity of muscle recruitment, the coordination of the different muscle groups involved in the movement, the characteristics of the strength in the muscles. Different types of contraction requested during the movement. The work of proprioception in the lower limb is recommended as a part of training or recovery, obtaining as results an increase in strength, coordination, balance, reaction time in certain situations. It should also be taken into account that the protective reflexes dependent on the proprioceptive system are not as effective under conditions of neuromuscular or joint fatigue, in which their capacity to activate under conditions of fatigue decreases.

Keywords: lower limb, proprioceptive system, training, recovery and fatigue.

ÍNDICE

| | |
|--|--------------------------------|
| INTRODUCCIÓN | ¡Error! Marcador no definido.2 |
| CAPÍTULO I: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA | 14 |
| 1.1. CARACTERÍSTICAS OSTEOLÓGICAS | 14 |
| 1.1.2. CADERA Y MUSLO..... | 14 |
| 1.1.2. HUESO COXAL..... | 14 |
| 1.1.3. FÉMUR | 15 |
| 1.1.4. RÓTULA..... | 15 |
| 1.1.5. TIBIA | 16 |
| 1.1.6. PERONÉ | 16 |
| 1.1.7. TARSO..... | 17 |
| 1.1.8. METATARSO | 17 |
| 1.1.9. FALANGES | 18 |
| 1.2. CARACTERÍSTICAS ARTROLÓGICAS | 18 |
| 1.2.1. CADERA | 18 |
| 1.2.2. ELEMENTOS ARTICULARES..... | 18 |
| 1.2.3. ELEMENTOS DE UNIÓN | 18 |
| 1.2.4. RODILLA | 19 |
| 1.2.4.1. ELEMENTOS PRESENTES | 19 |
| 1.2.5. TOBILLO..... | 19 |
| 1.2.6. ASTRAGALOCRURAL | 20 |
| 1.2.7. PIE..... | 20 |
| 1.2.8. ARTICULACIONES DEL RETROPIÉ | 20 |
| 1.3. CARACTERÍSTICAS MUSCULARES | 21 |
| 1.3.1. CADERA | 21 |

| | |
|---|----|
| 1.3.2. RODILLA | 22 |
| 1.3.3. TOBILLO..... | 22 |
| 1.3.4. PIE..... | 23 |
| CAPÍTULO II: SISTEMA PROPIOCEPTIVO | 25 |
| 2.1. ACTIVIDAD MOTORA Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL | 26 |
| 2.2. SISTEMA PROPIOCEPTIVO | 26 |
| 2.3. PROPIOCEPTORES | 26 |
| 2.3.1. HUSO MUSCULAR | 26 |
| 2.3.2. ÓRGANOS TENDINOSOS DE GOLGI | 27 |
| 2.3.3. RECEPTORES DE LA CAPSULA ARTICULAR Y LOS LIGAMENTOS ARTICULARES | 27 |
| 2.3.4. RECEPTORES DE LA PIEL | 27 |
| 2.4. BENEFICIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO .. | 27 |
| CAPÍTULO III: SISTEMA PROPIOCEPTIVO EN EL ENTRENAMIENTO Y EN LA RECUPERACIÓN DE LESIONES | 28 |
| 3.1. EJERCICIO, ADAPTACIÓN Y PRINCIPIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO. | 28 |
| 3.1.1. ADAPTACIÓN..... | 28 |
| 3.2. PRINCIPIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO | 29 |
| 3.2.1. UNIDAD FUNCIONAL..... | 29 |
| 3.2.2. MULTILATERALIDAD | 29 |
| 3.2.3. ESPECIFICIDAD | 29 |
| 3.2.4. SOBRECARGA..... | 29 |
| 3.2.5. CONTINUIDAD | 30 |
| 3.2.6. PROGRESIÓN..... | 30 |
| 3.2.7. INDIVIDUALIDAD | 30 |
| 3.2.8. RECUPERACIÓN | 30 |
| 3.3. SUPERCOMPENSACIÓN | 31 |

| | |
|---|----|
| 3.4. PROPIOCEPCIÓN Y CUALIDADES FÍSICAS BÁSICAS | 31 |
| 3.4.1. ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y FUERZA | 31 |
| 3.4.1.1. COORDINACIÓN INTERMUSCULAR | 32 |
| 3.4.1.2. COORDINACIÓN INTRAMUSCULAR | 32 |
| 3.4.1.3. PROPIOCEPCIÓN (PROCESOS REFLEJOS)..... | 32 |
| 3.4.2. ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y FLEXIBILIDAD..... | 32 |
| 3.4.3. ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y COORDINACIÓN..... | 32 |
| 3.4.3.1. REGULACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DEL MOVIMIENTO..... | 33 |
| 3.4.3.2. CAPACIDAD DE MANTENER EL EQUILIBRIO | 33 |
| 3.4.3.3. SENTIDO DEL RITMO | 33 |
| 3.4.3.4. CAPACIDAD DE ORIENTARSE EN EL ESPACIO | 33 |
| 3.4.3.5. CAPACIDAD DE RELAJAR LOS MÚSCULOS | 34 |
| CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO | 35 |
| 4.1. FLEXIÓN DE LA CADERA CON LA RODILLA EXTENDIDA, TUMBADO, CON UNA RESISTENCIA ELÁSTICA. | 35 |
| 4.2.FLEXIÓN Y ABDUCCIÓN DE LA CADERA CON LA RODILLA EXTENDIDA, TUMBADO CON UNA RESISTENCIA ELÁSTICA (VARIANTE 1) | 35 |
| 4.3.SENTADILLA CON APOYO DE LA ESPALDA EN UN FITBALL. | 36 |
| 4.4.SENTADILLA SOBRE UNA PIERNA..... | 36 |
| 4.5.SENTADILLA SOBRE PLATAFORMA INESTABLE..... | 37 |
| 4.6.ESTABILIDAD SOBRE LA PUNTA DE LOS PIES | 38 |
| 4.7.ESTABILIDAD SOBRE LOS TALONES DE LOS PIES. | 38 |
| 4.8. FLEXOEXTENSIÓN Y ABDUCCIÓN-ADUCCIÓN DE LA CADERA CON APOYO UNIPODAL Y UNA RESISTENCIA ELÁSTICA | 39 |
| 4.9. SUBIDA A UN BANCO O STEP UP..... | 39 |
| CONCLUSIONES..... | 41 |
| RECOMENDACIONES | 42 |

| | |
|--|----|
| BIBLIOGRAFÍA | 43 |
| ANEXOS | 46 |
| ANEXO 1: Hueso coxal | 46 |
| ANEXO 2: Hueso del fémur..... | 47 |
| ANEXO 3: Hueso de la tibia | 48 |
| ANEXO 4: Hueso peroné | 49 |
| ANEXO 5: Hueso del tarso | 50 |
| ANEXO 6: Hueso de las falanges..... | 51 |
| ANEXO 7: La propiocepción | 52 |
| ANEXO 8: Sistema nervioso central | 53 |
| ANEXO 9: Reflejo miotático..... | 54 |
| ANEXO 10: Reflejo miotático inverso..... | 55 |
| ANEXO 11: Beneficios del entrenamiento propioceptivo | 56 |
| ANEXO 12: Adaptación en la práctica de ejercicio | 57 |
| ANEXO 13: Principios generales de entrenamiento | 58 |
| ANEXO 14: Supercompensación | 59 |
| ANEXO 15: Fases de la supercompensación | 60 |
| ANEXO 16: Procesos reflejos que incluye la propiocepción..... | 61 |
| ANEXO 17: Reacción neuromuscular ante un estiramiento | 62 |
| ANEXO 18: Flexión de la cadera con la rodilla extendida, tumbado, con una resistencia elástica. | 63 |
| ANEXO 19: Flexión y aducción de la cadera con la rodilla EXTENDIDA, Tumbado, con una resistencia elástica (variante 2) | 64 |
| ANEXO 20: Sentadilla con apoyo de la espalda en un fitball..... | 65 |
| ANEXO 21: Sentadilla sobre una pierna | 66 |
| ANEXO 22: Sentadilla sobre plataforma inestable | 67 |
| ANEXO 23: Estabilidad sobre la punta de los pies | 68 |
| ANEXO 24: Estabilidad sobre los talones de los pies..... | 69 |

| | |
|---|----|
| ANEXO 25: Flexoextensión y abducción-aducción de la cadera con apoyo unipodal y una resistencia elástica..... | 70 |
| ANEXO 26: Subida a un banco o step up | 71 |



INTRODUCCIÓN

En la anatomía humana, el miembro inferior es cada una de las dos extremidades que se encuentran unidas al tronco a través de la pelvis mediante la articulación de la cadera. Teniendo una función de poder soportar el peso del cuerpo en la posición de bipedestación y hacer posible los desplazamientos mediante la contracción de su potente musculatura (1). El miembro inferior o la extremidad inferior también se encuentra unida al tronco y este está formado por el glúteo, el muslo (la porción del miembro desde el glúteo hasta la rodilla), la pierna (porción del miembro desde la rodilla hasta el tobillo), el tobillo y el pie (2).

Presenta una musculatura más fuerte y una fascia más densa lo que asegura no sólo una marcada compartimentación segmentaria que distribuye la tensión muscular periósea durante la contracción y que contribuye al efecto de soporte, sino también el componente pasivo del sostén (3).

El neuropsicólogo Charles Sherrington, creó en 1906 el término propiocepción que proviene del latín “propius” que tiene como significado “de uno mismo”, y “-cepcion” que significa “percibir”. Para la información sensorial obtenida de los neuroreceptores localizados en las distintas estructuras corporales como articulaciones, ligamentos y tendones (4).

La propiocepción es un concepto que se encuentra directamente comprometido con la capacidad de un individuo para poder desarrollar una estrategia postural y dinámica eficaz (5). Es un aspecto vital para poder controlar la movilidad de las extremidades y de la estabilidad articular, otorga la habilidad para poder recibir los estímulos en los músculos, tendones y articulaciones e integrarlos posteriormente en el sistema nervioso central (6).

La agudeza propioceptiva está asociada significativamente con el rendimiento deportivo de elite, no obstante, la mejora de la agudeza propioceptiva vinculada con el entrenamiento deportivo específico puede verse limitado por otros factores. (7).

Una buena forma de prevenir lesiones es mediante el desarrollo de la propiocepción. Estudios han demostrado que se ha llegado a reducir la aparición de esguinces de tobillo y de rodilla; en uno de ellos la aparición de dichas lesiones se llegó a reducir un 81% y un 64,5% respectivamente. Estos resultados mostraron que la mejora de control propioceptivo en posiciones únicas es una clave para la reducción de esguinces de tobillo y de rodilla de forma efectiva, se demostró en el estudio (8).

El objetivo de esta investigación es argumentar en base a la evidencia actual la importancia del trabajo de la propiocepción en el entrenamiento y la recuperación de la lesión en el miembro inferior. Además, el presente trabajo servirá como antecedente para futuras investigaciones.



1. CAPÍTULO 1: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

La extremidad inferior tiene gran similitud con su homólogo superior. No obstante, su función de soportar el peso condiciona que su esqueleto óseo sea más fuerte y las articulaciones más voluminosas y estables. La musculatura es más fuerte y las fascias son más densas, lo que garantiza no sólo una marcada compartimentación segmentaria que distribuye la tensión muscular de la potente musculatura. El muslo es el segmento corporal más fuerte y se encarga del control de la articulación de la rodilla. A nivel distal, el tobillo y el pie, que son de menor movilidad y más potentes que la muñeca y la mano, conjugan con éxito la movilidad de las pequeñas interlíneas necesaria para la adaptación plástica al contacto con el suelo y, al mismo tiempo, garantiza con eficacia el conjunto, lo que confiere su estabilidad a las estructuras corporales suprayacentes.

1.1 CARACTERÍSTICAS OSTEOLÓGICAS.

1.1.1 CADERA Y MUSLO.

La cadera y el muslo conforman una raíz coxofemoral basada en un macizo óseo de gran envergadura, la pelvis, que es un elemento común entre el miembro y el tronco. La cadera y la pelvis componen un complejo lumbopelvicofemoral muy subestimado, tanto en el estudio anatómico como en la ejecución de la exploración física y en los procedimientos terapéuticos.

1.1.2 HUESO COXAL.

El relieve curvo del hueso coxal y sus contornos irregulares hacen que su acceso no sea sencillo ni evidente. No obstante, su estructura refleja exactamente sus necesidades funcionales.

La cavidad de la pelvis, de la que conforma la porción ósea, hace que tenga dos caras: una externa y otra interna (en lugar de lateral y medial). Esta cavidad presenta la originalidad de no contar con un fondo, algo imprescindible para sus funciones urogenitales, sobre todo para el parto. La cavidad presenta una forma de embudo, con la parte alta que conforma la pelvis mayor y la parte baja que constituye la pelvis menor.

El hueso coxal consta de tres partes (Anexo 1):

- Una superior, tiene una superficie externa o superficie glútea para la inserción de los glúteos, una interna o fosa ilíaca para el músculo ilíaco y la articulación sacro ilíaca. Su borde superior está conformado por la cresta ilíaca, gruesa, en donde se insertan los abdominales a nivel anterior y los músculos de la espalda a nivel posterior (dorsal ancho, glúteo mayor y cuadrado lumbar).

- Una media, esencialmente externa, que presenta la cavidad acetabular para la cabeza femoral; la cara interna presenta la línea arqueada, la cual participa en la formación del estrecho superior;
- Una inferior, en forma de anillo que rodea el agujero obturador (cerrado por una membrana). En ella se insertan los aductores de la cadera y los músculos obturadores (externo e interno). El borde inferior participa en formar el estrecho superior, delimitando el suelo perineal, periné o diafragma pélvico. En su parte anterior se encuentra la sínfisis del pubis.

Los bordes anterior y posterior son irregulares: las concavidades corresponden al paso de músculos (ilíaco y psoas a nivel anterior, piriforme y obturador interno a nivel posterior), mientras que las convexidades son para las inserciones anteriores (de arriba hacia abajo: sartorio y tensor de la fascia lata [TFL], recto femoral, abdominales) y posteriores (de arriba hacia abajo: ligamentos sacroespinosos sacrotuberoso, músculos gemelos, isquiotibiales).

1.1.3 FÉMUR.

El fémur es el hueso más grande del cuerpo humano. Es oblicuo en sentido inferomedial y presenta dos extremos voluminosos. Se divide en tres partes (Anexo 2):

- La diáfisis proporciona una inserción amplia para el vasto intermedio de los cuádriceps y en su borde posterior o línea áspera se alinean las inserciones de los aductores, vastos lateral y medial, así como glúteo mayor y cabeza corta del bíceps.
- El extremo proximal, está apoyado en sentido medial y presenta la cabeza femoral en el acetábulo, un cuello alargado y dos tuberosidades: el trocánter mayor, para la inserción de los músculos pelvitrocantéreos, así como para los glúteos menor y medio, y el trocánter menor para el iliopsoas.
- El extremo distal es bífido y curvado en sentido posterior. Cuenta con dos superficies articulares: a nivel anterior, la superficie rotuliana o tróclea, para la rótula y, a nivel inferoposterior, los dos cóndilos (bicondílea) para la meseta tibial. Son aproximadamente simétricos, pero el lateral es más corto, más ancho y más sagital que el medial.

1.1.4 RÓTULA.

Aunque es un hueso del esqueleto, se asemeja a un hueso sesamoideo, tiene la doble función de éstos (aumento del brazo de palanca y superficie de deslizamiento, mayor resistencia que una bolsa sinovial). Su cara anterior es subcutánea y la posterior presenta una superficie

articular para el fémur, que se expande en sentido inferior por un pequeño segmento no articular que termina en un vértice donde se inserta el tendón rotuliano (ligamento y tendón). La base o el borde superior recibe el tendón cuadricipital (en la parte posterior: vasto intermedio; en la parte media: vasto medial a nivel medial y vasto lateral a nivel lateral; a nivel anterior: recto femoral). Los bordes laterales reciben las prolongaciones de los vastos medial o lateral (el medial desciende más abajo que el lateral, para sostener mejor la rótula en su tendencia a deslizarse lateralmente).

1.1.5 TIBIA.

La tibia es el más grueso de los dos huesos de la pierna. Recibe el apoyo del fémur y lo transmite al pie. Se divide en tres partes (Anexo 3):

- La diáfisis cuenta con una cara medial subcutánea, en la parte superior se inserta la pata de ganso (sartorio, semitendinoso y grácil), una cara lateral para la inserción del tibial anterior y una cara posterior para el músculo poplíteo (en la parte más alta), después para la inserción lineal del sóleo y, luego, a nivel inferior, para dos músculos retromaleolares mediales: flexores largos de los dedos y una parte del tibial posterior.
- El extremo proximal es muy ancho en sentido sagital y frontal. Presenta una cara superior o meseta tibial, donde reposan los dos cóndilos femorales separados por una zona intercondílea (inserciones de los ligamentos cruzados anterior y posterior, a ambos lados de los tubérculos intercondíleos). En la parte posterolateral, existe una carilla (superficie plana) para la cabeza del peroné y en la parte medial se inserta el semimembranoso.
- El extremo distal, o pilón tibial, Tiene una superficie inferior para el astrágalo, una prominencia medial o maléolo tibial y una superficie sin cartílago hialino para el peroné.

1.1.6 PERONÉ.

El peroné es un hueso muy fino y está dispuesto contra la tibia, separando ligeramente su extremo distal a modo de pinza (ajuste maleolar). Se divide en tres partes (Anexo 4):

- La diáfisis tiene una cara en el compartimento anterior de la pierna y en ella se inserta el extensor largo del primer dedo y el de los dedos, así como el tercer peroneo en su parte baja. Presenta una cara en el compartimento lateral, en la que se insertan los peroneos largo y corto. Por último, en la cara posterior se inserta el sóleo (en la parte más alta) y luego una porción del tibial posterior y el flexor largo del primer dedo. El

primer dedo no es lateral, sino medial, aunque el objetivo es conferirle una dirección muy oblicua para que intervenga con eficacia en la sujeción de la pinza maleolar (ajuste y descenso del peroné);

- El extremo proximal presenta una carilla plana para la tibia, la inserción del bíceps femoral y, por debajo, la expansión del sóleo y del peroneo largo;
- El extremo distal, o maléolo peroneo, presenta una forma de punta de lanza, con una cara para la tibia sin cartílago y una cara subcutánea, que baja hasta un punto más posteroinferior que el maléolo tibial.

1.1.7 TARSO.

El tarso se divide en tarso posterior (dos huesos superpuestos) y tarso anterior (cinco huesos: cuatro dirigidos hacia los tres primeros radios y uno hacia los dos últimos radios):

- El tarso posterior consta del astrágalo (un pequeño hueso compacto encerrado entre los dos maléolos y que recibe el peso del cuerpo) y el calcáneo (el hueso más grande del pie, que realiza el contacto del talón con el suelo y que, debido a su oblicuidad, inicia la bóveda plantar). En éste se insertan los músculos intrínsecos del pie: a nivel dorsal, el extensor corto de los dedos y a nivel plantar, el flexor corto de los dedos, los abductores del I y del V y el cuadrado plantar. (Anexo 5)
- El tarso anterior consta de un hueso lateral (el cuboides) y cuatro mediales (el navicular, que se prolonga por los tres cuneiformes). En él se insertan un músculo extrínseco (tibial posterior) y los intrínsecos para el I y el V. El tarso anterior constituye el vértice de la bóveda plantar (flecha del navicular).

1.1.8 METATARSO.

El metatarso está formado por cinco huesos alargados y aproximadamente paralelos, que se numeran de medial a lateral. Cada uno posee una base, el cual se articula con el tarso anterior, un cuerpo de sección triangular y una cabeza de forma elipsoide para la base de la falange proximal correspondiente.

El primer metatarsiano (M1) no es oponible, como en la mano. Posee una cabeza voluminosa que tiene una prominencia sagital en su parte inferior, rodeada por dos surcos para el deslizamiento de los sesamoideos.

En su base se inserta una expansión del tibial anterior y el peroneo largo. Los otros huesos son más finos y en su cuerpo se insertan los interóseos. La base de M2 está inmersa en la

interlínea tarsometatarsiana, mientras que en la base de M5 se insertan el peroneo corto y el tercer peroneo, y en el cuerpo se inserta el oponente del V.

1.1.9 FALANGES.

Las falanges son mucho más pequeñas que las de la mano y hay tres para cada dedo (proximal: F1, intermedia: F2, distal: F3), salvo para el primero, que tiene dos. A nivel dorsal, se inserta el extensor largo de los dedos a nivel plantar, lo hace el flexor largo de los dedos. En las partes laterales de la base de F1, se insertan los interóseos (dorsales y plantares). (Anexo 6)

En la falange proximal del primer dedo se insertan los músculos sesamoideos (abductor, flexor corto, aductor) a nivel plantar y el extensor corto del primer dedo a nivel dorsal.

1.2 CARACTERÍSTICAS ARTROLÓGICAS.

1.2.1 CADERA.

La cadera es una articulación esferoide sólida y congruente, presenta una función en la estabilidad más que en la movilidad.

1.2.2 ELEMENTOS ARTICULARES.

Los elementos articulares son las superficies óseas:

- La superficie semilunar del acetábulo presenta una forma de medialuna de concavidad inferior.
- El rodete acetabular y el ligamento transverso del acetábulo, el primero se inserta en el limbo acetabular y el segundo se dispone entre ambos extremos de la escotadura.
- La cabeza femoral, que es más pequeña y profunda que su homóloga humeral.

1.2.3 ELEMENTOS DE UNIÓN.

Los elementos de unión son los siguientes:

- La cápsula, ceñida en su parte media, la cual inserta en el extremo del cuello femoral.
- La sinovial, reviste la cara profunda de la cápsula y cuenta con un pliegue en forma de una vaina cilíndrica (para el ligamento de la cabeza y su arteria).
- Los ligamentos, que son tres (uno por cada hueso de los que constituyen el coxal): iliofemoral, pubofemoral, isquiofemoral. Se insertan en el perímetro del acetábulo y tienen una dirección anteroinferior, lo que explica que se relajen en flexión y se tensen en extensión. Los dos fascículos del iliofemoral y el pubofemoral forman un zigzag que refuerza en gran medida la cápsula anterior.

- Las fibras musculares tienen una relación muy estrecha con la articulación: los tres tendones del recto femoral y la inserción tendinosa del iliopsoas.

1.2.4 RODILLA.

Es una articulación totalmente no congruente, la cual requiere una fuerte contención ligamentaria y tendinosa. La rodilla consta de dos articulaciones en una misma cápsula: la femororrotuliana y la femorotibial.

1.2.4.1 ELEMENTOS PRESENTES.

Son las superficies óseas y dos fibrocartílagos:

- El fémur: la superficie rotuliana o tróclea (gínglimo) y los dos cóndilos femorales (bicondílea).
- La rótula: la superficie posterior, con su cresta vertical y dos caras articulares (la lateral es más amplia).
- La tibia: los dos cóndilos tibiales; son aproximadamente simétricos, pero el medial es cóncavo en todos los sentidos, mientras que el lateral sólo lo es en sentido frontal (plano o ligeramente convexo en el sentido sagital, lo que le confiere más movilidad que el medial).
- Los meniscos: son fibrocartílagos en forma de medialuna de sección triangular. El medial es más abierto (largo y estrecho) que el lateral (ancho y corto). Están fijados fuertemente.

1.2.5 TOBILLO.

Es la articulación distal entre la pierna y el pie. Hay que añadirle las dos articulaciones tibioperoneas, que tienen una relación funcional con él:

- La superior, en la región morfológica de la rodilla, que se encuentra unida a ésta por varios elementos anatómicos: ligamento colateral peroneo y tendón del bíceps. No obstante, se relaciona con la inferior. Es una diminuta superficie plana con una cápsula única y con sinovial;
- La inferior es muy especial, se trata de una sindesmosis, cuyas superficies no se encuentran recubiertas por cartílago hialino (por lo que no están destinadas al deslizamiento).
- Sus superficies se separan o se aproximan en función de los movimientos de la articulación astragalocrural (porque el astrágalo es más ancho a nivel anterior que posterior). La unión corre a cargo de fibras ligamentarias anteriores y, sobre todo,

posteriores, que impiden la diástasis de los dos huesos de la pierna. A esto hay que añadir las grandes fibras de la membrana interósea, orientadas en sentido inferolateral (por lo que permiten el ascenso del peroné) y, de forma más accesoria, el diminuto ligamento oblicuo de la pierna, en la parte alta de la membrana.

1.2.6 ASTRAGALOCRURAL.

Se diferencian:

- Los elementos articulares son el pilón tibial, la superficie de los dos maléolos y la cúpula el cuerpo del astrágalo. El conjunto forma un gínglimo cuya separación es variable;
- Los elementos de unión son la cápsula (laxa en sentido sagital y tensa en los lados, con fondos de saco sagitales), una sinovial y dos ligamentos colaterales: tibial (en dos planos) y peroneo (en tres fascículos divergentes).

1.2.7 PIE.

El pie es la interfase del cuerpo con el suelo, está conformada por un gran número de interlíneas que le permiten adaptarse a los contactos y lograr una restitución dinámica.

1.2.8 ARTICULACIONES DEL RETROPIÉ.

Las articulaciones del retropié son indisociables desde el punto de vista funcional y forman el complejo articular del retropié.

La articulación subastragalina asocia el astrágalo con el calcáneo, mediante dos superficies (una anterior y una posterior). Estas superficies son trocoides invertidas. La posterior posee una cápsula y una sinovial propia, mientras que la anterior comparte su cápsula y su sinovial con la transversa del tarso medial, lo que refuerza su dependencia funcional. A la cápsula se añade un potente ligamento interóseo, con dos fascículos, a lo largo de toda la extensión del seno del tarso y, de forma accesoria, el plano superficial del ligamento colateral tibial (que es biarticular y cruza la interlínea subastragalina).

La articulación transversa del tarso (TT), antiguamente denominada de Chopart, presenta la peculiaridad de estar formada por dos compartimentos anatómicamente separados y diferentes, pero que tienen una interdependencia funcional total.

La TT medial es un esferoide que relaciona la cabeza del astrágalo, la superficie glenoidea del navicular y el fibrocartílagos glenoideo o ligamento calcaneonavicular plantar, muy grueso y rodeado de cartílago en su cara profunda.

Comparte su cápsula y su sinovial con la articulación subastragalina anterior. La TT lateral relaciona la cara anterior del calcáneo y la posterior del cuboide, formando una articulación en silla de montar, con su cápsula y su sinovial propias. Estas presentan un ligamento potente: el ligamento calcaneocuboideo plantar.

Entre las dos interlíneas, existe un ligamento bifurcado (único ligamento dorsal digno de este nombre) cuyos fascículos medial y lateral unen ambas articulaciones. A nivel plantar, las dos interlíneas, sobre todo la lateral, están cruzadas por el ligamento plantar largo y, a distancia, por la aponeurosis plantar.

Las articulaciones intertarsianas son intermedias entre el navicular y el cuboide a nivel posterior y entre el navicular y los cuneiformes a nivel anterior. La intertarsiana posterior no siempre tiene contacto óseo (carilla inconstante), pero siempre existe un potente ligamento interóseo cuboideonavicular. La intertarsiana anterior cuenta con una cápsula común reforzada por potentes ligamentos interóseos.

La tarsometatarsiana (TM), antigua articulación de Lisfranc, relaciona los cuneiformes y el cuboide a nivel proximal y las bases metatarsianas a nivel distal. Se trata de un encaje recíproco de pequeñas superficies planas. Las interlíneas están unidas por una potente red ligamentaria plantar.

1.3 CARACTERÍSTICAS MUSCULARES.

Los músculos del miembro inferior se distribuyen en función de tres polos mecánicos: proximal (cadera), intermedio (rodilla) y distal (tobillo y pie).

1.3.1 CADERA.

- Sus músculos están situados en la cadera, salvo los aductores, que están en el muslo (compartimento medial). Se distribuyen en tres grupos, dependiendo de su localización.
- El iliopsoas es un bíceps pélvico que forma un grupo aparte. Se dispone desde la columna lumbar (psoas) y de la superficie glútea (ilíaco) hasta el trocánter menor del fémur. Los glúteos son tres músculos superpuestos de delante hacia atrás y de la profundidad a la superficie. Los glúteos menor y medio se disponen desde la superficie glútea al trocánter mayor, mientras que el glúteo mayor se dispone desde la superficie glútea y el sacro hasta la línea áspera y la cintilla iliotibial.
- Los pelvitrocantéreos son seis músculos, dispuestos desde la pelvis (por debajo del estrecho superior) al trocánter mayor del fémur. El piriforme tiene un trayecto

rectilíneo desde el sacro al trocánter mayor. Puede ser útil considerar el obturador interno y sus gemelos (superior e inferior) como un tríceps pélvico, cuyo origen sería el trocánter menor y la inserción estaría en el perímetro interno del agujero obturador. En el paso por la escotadura ciática menor (reflexión de 90° sobre una bolsa sinovial), sus bordes «rozan» contra el borde óseo y dejan en él algunas fibras, denominadas gemelo superior y gemelo inferior.

- Los aductores son unos músculos de gran tamaño~ que forman la masa medial del muslo. Se disponen desde el perímetro externo del agujero obturador (sobre todo en la rama isquiopúbica) hasta la línea áspera del fémur y, en el caso del grácil, hasta el extremo superior de la tibia (pata de ganso).

1.3.2 RODILLA.

- Sus músculos se localizan en la rodilla (compartimentos anterior y posterior). El cuádriceps es el único músculo del compartimento anterior y tan sólo está cruzado por el sartorio, que discurre desde la espina ilíaca anterosuperior a la pata de ganso. El cuádriceps está formado por el recto femoral (originado en la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) y los vastos lateral, intermedio y medial (originados en la línea áspera. Todos ellos finalizan de forma conjunta en el tendón cuadricipital en la base rotuliana y después en la tuberosidad tibial mediante el tendón rotuliano, que es su continuación. El sartorio se dispone desde la EIAS a la pata de ganso. El grácil es tanto aductor de la cadera como un músculo de la rodilla (pata de ganso). Los isquiotibiales son tres músculos, uno de los cuáles (el bíceps) sólo es parcialmente isquiotibial, su cabeza corta se origina en la línea áspera para unirse a la cabeza larga y llegar a la cabeza del peroné. Los otros dos (semitendinoso y semimembranoso) se insertan en la parte medial de la tibia (pata de ganso para el primero y cara posterior del cóndilo tibial medial para el segundo).
- El poplíteo es un músculo pequeño, cuyo tendón es intracapsular. Es el único rotador medial situado a nivel lateral.

1.3.3 TOBILLO.

El tobillo posee músculos propios (que no llegan a los dedos) localizados en la pierna. Terminan a nivel de la mitad posterior del pie (base de M1 para la inserción más anterior). Estos músculos propios se distribuyen por cuatro caras: uno retromaleolar medial, dos laterales, uno totalmente anterior (tercer peroneo) y uno totalmente posterior (tríceps sural):

- El tibial anterior es medial y se dispone desde la tibia al cuneiforme medial. Es el más voluminoso (controla el peso del cuerpo en los movimientos de descenso del centro de gravedad con inclinación anterior del segmento de la pierna);
- El tercer peroneo es un músculo anterior e inconstante, pero suele estar presente. Se podría considerar una cabeza aberrante del extensor largo de los dedos, pero no llega a ningún dedo y su inervación es distinta;
- El tibial posterior, situado desde la tibia y el peroné hasta el navicular, es un inversor puro;
- Los peroneos corto y largo, a nivel lateral, terminan en la base de M5 (corto) y bajo la base de M1 (largo);
- El tríceps sural tiene una localización posterior y sus dos cabezas femorales son biarticulares (cóndilos femorales), mientras que la inferior (el sóleo, que se inserta en la tibia y el peroné) es puramente del tobillo. Los tres elementos terminan de forma conjunta en el tendón calcáneo sobre el calcáneo. Las fibras musculares multipinnadas de este músculo hacen que sea muy potente. El músculo plantar, cuyo nombre es incorrecto, no va a la planta del pie, es delgado e inconstante. Constituiría en cierta forma la cuarta cabeza del tríceps.

1.3.4 PIE

El pie posee dos grupos musculares destinados a los dedos: los extrínsecos, provenientes de la pierna, y los intrínsecos, integrados por completo en el pie y distribuidos en varias capas:

- El extensor largo del primer dedo va del peroné a F2 del primer dedo. Es débil y semipinniforme;
- El extensor largo de los dedos va del peroné a F2 y F3 de los cuatro últimos dedos, es a la vez extensor de los dedos y produce eversión del pie;
- El flexor largo del primer dedo va del peroné a F2 del primer dedo y cruza la interlínea tibioperonea, astragalocrural, subastragalina y transversa del tarso medial;
- El flexor largo de los dedos va del peroné a F3 de los cuatro últimos dedos. Interviene en la inversión del pie;
- Los músculos intrínsecos del compartimento plantar medial, para el primer dedo (extensor corto, flexor corto, abductor, aductor)
- Los músculos intrínsecos del compartimento plantar lateral, para el V (flexor corto, abductor, oponente).

- Los músculos intrínsecos del compartimento plantar medio (flexor plantar corto, cuadrado plantar, lumbricales e interóseos).



2. CAPÍTULO II: SISTEMA PROPIOCEPTIVO

La propiocepción es el sentido que se encarga de informar al organismo la posición exacta de los segmentos corporales, juega un papel importante en el control del movimiento, siendo fundamental para las actividades diarias, el ejercicio y el deporte (9). Regulando la dirección y el rango articular del movimiento, permitiendo así las reacciones y respuestas reflejas automáticas. Participando en el desarrollo del esquema corporal en relación con el espacio y de soporte para las acciones motoras. Presentes en el equilibrio o la coordinación. Importante en las actividades cotidianas y en el deporte ya que requieren una coordinación especial. (Anexo 7)

Los reflejos humanos están desde cuándo nacemos, pero otros se forman por medio del aprendizaje motor en la maduración del sistema neuromuscular.

A través de los propioceptores, se activan reflejos básicos que nos permiten ajustes a nivel musculotendinoso sobre la posición del cuerpo, grado de alargamiento-acortamiento y tensión muscular, rapidez, ángulo de movimiento, aceleración del cuerpo y equilibrio. La información se procesa a través del sistema nervioso central (SNC), realizando los ajustes necesarios en cada situación y poder generar los movimientos adecuados, como poder evitar una lesión en la práctica deportiva, el sistema propioceptivo actúa como un sistema de defensa. (10)

El sistema propioceptivo se deteriora cuando presentamos una lesión articular, provocando así un déficit de información propioceptiva. Causando una disminución de la coordinación en el deporte y esta persona es más propensa de sufrir otra lesión articular. Podemos mejorar la estabilidad articular por medio del sistema propioceptivo con ejercicios específicos, obteniendo como resultado una mejora de la fuerza, la coordinación, el equilibrio, el tiempo de reacción en situaciones determinadas. Mediante el entrenamiento, el deportista aprende a sacar ventaja de los mecanismos reflejos mejorando así los estímulos facilitadores, aumentando el rendimiento y disminuyendo una situación inesperada, manifestándose de manera correcta o incorrecta. A través del entrenamiento propioceptivo optimizaremos la respuesta, eliminando los reflejos básicos incorrectos. (11).

2.3.4 ACTIVIDAD MOTORA Y SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

Las aferencias articulares en el sistema nervioso central (SNC) se divide en tres niveles: espinal, encefálico y el nivel más elevado: de la corteza motora, los ganglios basales y el cerebelo.

El entrenamiento propioceptivo, el movimiento repetitivo se puede almacenar como orden central y pasar a automatizarse, de esta manera se consigue patrones motores sin hacer referencia continua de la consciencia. (12) (Anexo 8)

2.2 SISTEMA PROPIOCEPTIVO.

Existen receptores nerviosos en el complejo musculotendinoso, ligamentos y articulaciones.

El huso muscular, dentro de la propia estructura muscular y relacionado con el reflejo miotático, los órganos tendinosos de Golgi en relación con el reflejo miotático inverso. Los receptores presentes en los ligamentos y en la capsula articular, cobran más relevancia cuando existe un daño en el complejo musculotendinoso (13).

Estos receptores detectan el grado de tensión muscular y de estiramiento muscular, mandando esta información a la médula y al cerebro para ser procesado. El cerebro procesa la información y la manda a los músculos, para conseguir el movimiento deseado. En la ejecución del movimiento los propioceptores forman parte del mecanismo de control. Proceso subconsciente y muy rápido y se realiza de manera refleja (14).

2.3 PROPIOCEPTORES.

Existen varios propioceptores los cuales se describen a continuación.

2.3.1 HUSO MUSCULAR.

Es el receptor sensorial propioceptor, presente dentro del músculo, estimulándose ante un estiramiento brusco. Mide la longitud del músculo, la magnitud de la estimulación mecánica, la velocidad con la que se aplica el estiramiento y manda la información al sistema nervioso central (15). Teniendo como función la inhibición de la musculatura antagonista al movimiento producido (Relajación del antagonista para que el movimiento se pueda ejecutar de manera eficaz). Ante una velocidad muy elevada en la longitud muscular, los husos proporcionan una información en el sistema nervioso central dando como resultado una contracción refleja del músculo, denominado como reflejo miotático o de estiramiento, es el reflejo de protección ante el estímulo excesivo. (16)

A través de la información que envían los husos musculares al sistema nervioso central hace que la musculatura sinergista también se estimule en el músculo activado, permitiendo una mejor contracción. (Anexo 9)

2.3.2 ÓRGANO TENDINOSO DE GOLGI.

Otro receptor sensorial ubicado en los tendones, encargado de medir la tensión desarrollada en la musculatura. Se activa ante una tensión peligrosa en el complejo músculotendinoso, sobre todo si es de manera activa. Actúa como un reflejo de protección ante una tensión extremadamente fuerte en las fibras músculotendinosas, manifestándose como una relajación de la fibra muscular (17). Es el reflejo miotático inverso. Mientras que el huso muscular su respuesta es inmediata los órganos tendinosos de Golgi requieren un período de estimulación de unos 6-8 segundos para que se pueda producir la relajación muscular. (Anexo 10)

2.3.3 RECEPTORES DE LA CAPSULA ARTICULAR Y LOS LIGAMENTOS ARTICULARES.

La carga que soportan estas estructuras en relación con la tensión muscular ejercida se activan una serie de mecanorreceptores que son capaces de detectar el movimiento de la articulación y la posición. Parecen ser propioceptores relevantes, sobre todo cuando existe una lesión en las estructuras descritas (18).

2.4 BENEFICIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.

El entrenamiento del sistema propioceptivo puede inducir mejoras en aspectos como (20): (Anexo 11)

- La recuperación del sistema propioceptivo después de una lesión que disminuyen la efectividad de este sistema y hacen que haya una mayor posibilidad de volver a sufrir una lesión.
- La prevención de lesiones: el entrenamiento somatosensorial ayudara a evitar lesiones propias de la práctica deportiva, como en los deportes de mayor exigencia competitiva.
- Mejora el rendimiento de los deportistas de alto nivel competitivo. La mejora de las percepciones otorgara poder alcanzar un rendimiento óptimo. ósea de una fractura son los responsables del desbridamiento, estabilización y, finalmente, de la remodelación del lugar de la fractura (20).

3. CAPÍTULO III: SISTEMA PROPIOCEPTIVO EN EL ENTRENAMIENTO Y EN LA RECUPERACIÓN DE LESIONES

3.1 EJERCICIO, ADAPTACIÓN Y PRINCIPIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO.

La práctica del ejercicio mejora nuestra salud, pero si es realizada de manera inadecuada puede ser nociva. Existen muchos métodos que dicen cómo tenemos que practicar el ejercicio de manera adecuada. Sin embargo no existe un método mejor que otro, todo depende de la persona, sus características, su contexto, sus objetivos.

Lo mismo sucede al aplicar un programa de ejercicio para conseguir una meta en específica, en esta ocasión relacionado al trabajo propioceptivo y los factores vinculados a este tipo de estimulación. Las adaptaciones son individuales y por lo tanto, el diseño del programa también debe serlo, podemos basarnos en unos principios generales sobre los cuales trabajar. (21)

3.1.1 ADAPTACIÓN.

Mediante la realización del ejercicio se produce un mecanismo secuencial que inicia con la aplicación de los estímulos de entrenamiento hasta llegar la adaptación de nuestros sistemas. (Anexo 12)

La adaptación es el proceso en el que nos adecuamos a las condiciones naturales del trabajo, de la vida, que nos llevan a cambios morfológicos y funcionales del organismo, cambios en las capacidades de respuesta a los estímulos del contexto. En los ejercicios, se buscan mejoras en el rendimiento y en los sistemas funcionales mediante la adaptación, mejorar la estabilidad unida a los procesos de prevención y rehabilitación de las lesiones o mejorando el rendimiento deportivo. (22)

En la actualidad, se utiliza el concepto de estrés como un significado negativo en el ámbito de la salud. No obstante, esta connotación no es del todo correcta. Se puede relacionar la adaptación con el estrés, considerando la tensión que se produce en el organismo cuando se somete a distintos estímulos. (19)

Si los estímulos son excesivamente intensos o prolongados, el organismo no podrá adaptarse y puede llegar al agotamiento, no obstante, si los estímulos aplicados son muy débiles tampoco habrá una gran adaptación. De esta manera, debemos de encontrar el umbral de estimulación adecuada para cada persona, para lograr las adaptaciones que produzcan un incremento de las funciones y el rendimiento, si es aplicando las cargas e intensidad

conveniente en un entrenamiento adecuado cuando practicamos los ejercicios o incluso teniendo en cuenta factores como el descanso, la alimentación y el resto de actividades que ejecutamos en el programa. (23)

Encontrar el límite de estimulación óptimo sin pasarnos es algo que debemos realizar de forma paulatina prestando atención a las respuestas y los resultados que obtenemos y que vamos analizando, mediante el recojo de información y el análisis de los ejercicios cuando ejecutamos un programa de entrenamiento. (24)

3.2 PRINCIPIOS GENERALES DEL ENTRENAMIENTO.

Debemos de tener en cuenta algunos principios generales del entrenamiento deportivo en el diseño y en la ejecución del programa de ejercicios. (25) Este principio nos permitirá evitar una lesión o sobrecarga. (Anexo 13)

Algunos de ellos son los siguientes:

3.2.1 UNIDAD FUNCIONAL.

En este principio del entrenamiento, nos explican que el organismo funciona como un todo. Los órganos y los sistemas se encuentran relacionados entre sí. En un nivel morfológico y funcional, debemos de prestar más atención de manera general cuando ejecutamos un estímulo a través de algunas partes o sistemas. (26)

3.2.2 MULTILATERALIDAD.

Cuando nos preparamos de manera multifacética, conseguiremos mayores resultados, debido a que con el aprendizaje de más movimientos tendremos un mejor dominio de conductas motrices y de asimilación de conductas más específicas o de una mejor complejidad aplicando esa base.

3.2.3 ESPECIFICIDAD.

Debemos de desarrollar cualidades específicas vinculadas con el resultado que queremos obtener. Si el objetivo está vinculado a unas cualidades en concretas, tenemos que emplear estímulos específicos que estén en relación con el desarrollo de esas cualidades.

3.2.4 SOBRECARGA.

Este principio hace referencia al umbral de estímulo para que se pueda producir la adaptación. El estímulo no debe ser demasiado intenso ni demasiado leve, para no provocar la fatiga y para poder lograr la adaptación. Un estímulo leve aplicado muchas veces durante un tiempo determinado se puede lograr una adaptación y mejora funcional gracias a un efecto

acumulativo. En los primeros días de programa, los estímulos de baja intensidad pero aplicado de manera repetida nos darán un efecto de adaptación que nos servirá de base para la aplicación de estímulos de mayor intensidad. Cada persona tiene un umbral distinto, mediante se avanza el tratamiento o se logra el efecto de adaptación debemos ir haciendo variaciones en la aplicación de los estímulos. (27)

3.2.5 CONTINUIDAD.

Cuando está presente el estímulo no debemos interrumpirlo, la continuidad nos permite una adaptación constante. Debemos de tener en cuenta los límites de estimulación en la aplicación para poder evitar la aparición de la fatiga.

3.2.6 PROGRESIÓN.

En medida que vamos mejorando, vamos a ir aumentando la carga. Podemos aumentar el estímulo en factores cualitativos, cuantitativos o ambos. La base de este principio es la adaptación. Cuando nuestro organismo y sistemas se adaptan a los nuevos estímulos, si no variamos la carga, elevándolo o modificándolo, nos podemos estancar.

Debemos de incrementar los estímulos de manera progresiva, adaptándonos al nuevo estado que nos encontramos.

3.2.7 INDIVIDUALIDAD.

En el deporte y en la salud este es un principio fundamental, es contradictorio el hecho de que aún se sigan aplicando métodos y programas idénticos para diferentes deportistas.

En el deporte y en la vida no hay soluciones o métodos que sean ajustables para todas las diferentes personas. Cada programa tiene que adaptarse a las costumbres, gustos, necesidades, aptitudes, metas y a las diferentes características de cada persona, con el objetivo de obtener el máximo beneficio posible. Existen conceptos generales que nos ayudan a crear un cambio de calidad. Desde un punto de vista general, abordar temas como la nutrición, el descanso, el ejercicio físico o el estilo de vida es una base sobre la que debemos trabajar y dentro de cada concepto general, es donde deberíamos establecer las pautas específicas para cada persona.

3.2.8 RECUPERACIÓN.

Es la alternación de los esfuerzos con la recuperación y el descanso. La recuperación es lo primordial en la programación diaria, las pausas entre los estímulos que aplicamos hasta en el descanso a través del sueño. Un programa estricto, demasiado definido, puede llevarnos al

cansancio, así que debemos aplicar tiempos de descanso. Cuando planificamos de forma coherente y adaptada a la persona, gracias a la recuperación podemos obtener el efecto de supercompensación. (28)

3.3 SUPERCOMPENSACIÓN.

El entrenamiento tiene como consecuencia un estado de fatiga, catabolismo, que requiere de una adecuada recuperación para poder aplicar más estímulos de entrenamiento. Así, los períodos de entrenamiento y recuperación se relacionan y planifican dando lugar a un fenómeno biológico que es la supercompensación que viene a decir que, después de una carga de entrenamiento y de una recuperación adecuada, nuestro organismo no solo restaura su nivel inicial, si no que establece un nivel superior al que tenía antes. (Anexo 14)

Mediante este tipo adaptación, nuestro organismo cada vez más es capaz de soportar mayores estímulos y aumentar su rendimiento. La periodización entre la aplicación de los estímulos de entrenamiento y la recuperación son específicas de cada persona y deporte. Muchos factores influyen, y es necesario un estudio individualizado para estimar las mejores pautas de aplicación en cada persona, para encontrar la periodización óptima que permita el mayor incremento del rendimiento sin entrar en un estado de fatiga crónica o sobreentrenamiento, que podría reducir el rendimiento o causar lesiones después de la aplicación de diversos estímulos sin una recuperación correcta o suficiente. (29).

Después de emplear un ejercicio se produce una baja de la curva en el entrenamiento asociado a la fatiga y al catabolismo del cuerpo; con la recuperación la curva se invierte y los niveles se elevan por encima del punto en el que empezamos. El momento óptimo para emplear otro estímulo de entrenamiento está representado, justo en el punto más alto de supercompensación. (Anexo 15)

3.4 PROPIOCEPCIÓN Y CUALIDADES FÍSICAS BÁSICAS.

El entrenamiento propioceptivo afecta sobre las distintas características físicas.

3.4.1 ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y FUERZA.

El aumento de la fuerza es el resultado de una estimulación neuromuscular. Con una relación a la fuerza, enseguida pensamos en la masa muscular, pero no debemos olvidar que está ubicada bajo las órdenes del sistema nervioso. En resumen, para la mejora de la fuerza a través del entrenamiento existen adaptaciones funcionales (sobre la base de los aspectos nerviosos) y adaptaciones estructurales (bases estructurales: hipertrofia e hiperplasia) (30).

Los procesos reflejos de la propiocepción están vinculados en la mejora de las funcionales en el entrenamiento de la fuerza, junto con las mejoras propias que se puede conseguir mediante de la coordinación intermuscular y la coordinación intramuscular. (Anexo 16)

3.4.1.1 COORDINACIÓN INTERMUSCULAR.

Es la interacción de diferentes grupos musculares que logran producir un movimiento determinado.

3.4.1.2 COORDINACIÓN INTRAMUSCULAR.

Es la interacción de las unidades motoras de un mismo músculo.

3.4.1.3 PROPIOCEPCIÓN (PROCESOS REFLEJOS).

Hace referencia al proceso de facilitación e inhibición nerviosa a través de un mejor control del reflejo de estiramiento o miotático y del reflejo miotático inverso, mencionados anteriormente, y que pueden producir adaptaciones en la coordinación intermuscular e intramuscular (31).

3.4.2 ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y FLEXIBILIDAD.

El reflejo de estiramiento desencadenado por los husos musculares ante un estiramiento excesivo causa una contracción muscular como mecanismo de protección (reflejo miotático). No obstante, Cuando realizamos un estiramiento excesivo de manera prolongada, pero llegamos a esa posición lentamente y mantenemos el estiramiento unos segundos, se produce una anulación de la respuesta refleja del reflejo miotático y se activa las respuestas reflejas del aparato de Golgi (relajación muscular), permitiéndonos una mejora en la flexibilidad, debido a que en una mayor relajación muscular se puede aumentar la amplitud de movimiento en el estiramiento con mayor facilidad (32).

Para poder activar aún más la respuesta refleja del aparato de Golgi, existen técnicas de estiramiento en base a los mecanismos propioceptivos, en la aplicación del estiramiento, asociamos períodos breves en los ejercemos contracciones en la musculatura agonista que queremos estirar alternados con períodos de relajación. En el período de tensión se activan los receptores de Golgi aumentando la relajación subsiguiente y un mejor estiramiento. Tomando como ejemplos los estiramientos postisométricos o en tensión activa. (Anexo 17)

3.4.3 ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y COORDINACIÓN.

La coordinación actúa ante la presencia de situaciones inesperadas, variables y cuando se requiere del desarrollo de varios factores, los cuales podemos mejorar con el entrenamiento

propioceptivo, ya que dependen de la información somatosensorial que el cuerpo recoge ante la presencia de situaciones inesperadas, además de la información recogida por el sistema vestibular y visual. (33)

Los factores que podemos mejorar con el entrenamiento propioceptivo son los siguientes:

3.4.3.1 REGULACIÓN DE LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DEL MOVIMIENTO.

Es el ajuste de nuestros movimientos en el espacio y el tiempo para conseguir de manera eficaz una ejecución de una determinada situación. Por ejemplo, al intentar agarrar una pelota que fue lanzada con una determinada velocidad, debemos calcular la distancia en la cual fue lanzada y el tiempo que demorara en llegar según la velocidad del lanzamiento para poder ajustar nuestros movimientos. Los mejores ejercicios para la mejora de los ajustes espaciotemporales son los pases o lanzamientos de objetos de diferentes pesos y tamaños.

3.4.3.2 CAPACIDAD DE MANTENER EL EQUILIBRIO.

En una situación dinámica o estática, estamos eliminando pequeñas alteraciones del equilibrio mediante la tensión refleja muscular que nos permite desplazarnos rápidamente a la zona de apoyo estable. Ante el entrenamiento del sistema propioceptivo para la mejora del equilibrio, podremos adquirir mecanismos de anticipación, anticipándonos a las posibles alteraciones del equilibrio. Los ejercicios para la mejora del equilibrio son apoyo sobre una pierna, pino, oscilaciones, giros de las extremidades superiores y tronco con apoyo sobre una pierna, postura mantenida o el movimiento con apoyo limitado o sobre una superficie irregular.

3.4.3.3 SENTIDO DEL RITMO.

Es la capacidad que tenemos para variar y producir parámetros de fuerza – velocidad y espaciotemporales de los movimientos. En relación a los anteriores, este depende de mayor medida de los sistemas somatosensorial, visual y vestibular. En el campo deportivo, podremos realizar acciones complejas de manera analítica para mejorar la percepción de los movimientos e integrarlos en una sola acción.

3.4.3.4 CAPACIDAD DE ORIENTARSE EN EL ESPACIO.

Se realiza, sobre la base del sistema propioceptivo y visual. Se puede mejorar la capacidad mediante el entrenamiento de la atención voluntaria.

3.4.3.5 CAPACIDAD DE RELAJAR LOS MÚSCULOS.

De suma importancia, debido que ante una excesiva tensión en el músculo que no interviene en una determinada acción, puede disminuir la fuerza, la amplitud de movimiento, la velocidad. Los ejercicios serán de alternados períodos de relajación – tensión, intentando controlar estos estados de forma consciente. En un alto nivel deportivo, se buscara la relajación voluntaria ante las situaciones de mayor estrés que después puedan transferirse a la actividad competitiva.



4. CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO

4.1 FLEXIÓN DE LA CADERA CON LA RODILLA EXTENDIDA, TUMBADO, CON UNA RESISTENCIA ELÁSTICA.

- Posición inicial: Tumbado o semitumbado con un elástico sujetado en los pies. La extremidad que realiza el ejercicio tiene la rodilla extendida a lo largo del cuerpo y la otra pierna está en flexión, con el pie apoyado en el suelo para aumentar el apoyo lumbar y sujetar la resistencia elástica. El Pie estará orientación hacia el techo.
- Posición final: En la misma posición, con la diferencia que tendremos la cadera en flexión de 45° – 60° .
- Ejecución: Elevar la cadera a una flexión de 45° - 60° , mantener 3 segundos y regresar a la posición inicial. Repetir 3 veces e ir subiendo el número hasta 20 a medida que estamos ganando fuerza. Mantener la posición de la rodilla extendida durante la realización del ejercicio. (Anexo 18)

4.2 FLEXIÓN Y ABDUCCIÓN DE LA CADERA CON LA RODILLA EXTENDIDA, TUMBADO CON UNA RESISTENCIA ELÁSTICA (VARIANTE 1)

- Posición inicial: Tumbado o semitumbado con las piernas extendidas y un elástico sujetado en los dos pies. La punta del pie está orientada hacia el techo.
- Posición final: En la Misma posición inicial, pero con la cadera en flexión de unos 45° y abducción de unos 35° .
- Ejecución: levantar la cadera trazando una diagonal de dentro hacia fuera en flexión inicial. Repetir 10 veces e ir aumentado el número de repeticiones progresivamente hasta 20 cuando estemos ganando fuerza. Mantener la rodilla en extensión durante el movimiento. (Anexo 19)
- Observaciones: Este ejercicio está recomendado para trabajar la fuerza muscular de los abductores y flexores de la cadera y de los extensores de la rodilla en las primeras etapas del proceso de recuperación de las lesiones del miembro inferior, especialmente cuando hemos sufrido una lesión de la rodilla.

4.3 SENTADILLA CON APOYO DE LA ESPALDA EN UN FITBALL.

- Posición inicial: De pie, la espalda estará apoyada en un fitball, que a su vez estará apoyado en la pared. Las piernas se encuentran adelantadas respecto al tronco y extendidas.
- Posición final: Posición de sentadillas, con flexión de las rodillas y las caderas (entre 125° y 90° de flexión de las rodillas, según el ángulo de trabajo que queramos; cuanto mayor, más intenso es el trabajo muscular).
- Ejecución:
 - Ejercicio 1: Desde la posición inicial, iremos bajando a la posición de media sentadilla o sentadilla a 90° y luego volvemos hacia arriba de manera controlada. Realizar 2 series de 10 – 15 repeticiones. (Anexo 20)
 - Ejercicio 2: Sostener durante 30 segundos a 1 minuto (según la capacidad) la posición de sentadillas en diferentes ángulos de flexión de las rodillas. Realizar 1 serie de 2 – 3 ángulos diferentes.
- Observaciones: Ejercicio se encuentra indicado para fortalecer la musculatura extensora de las rodillas y las caderas. El uso de fitball produce una disminución de la carga sobre las articulaciones de las extremidades inferiores y sobre la espalda.
- Dificultad
 - Aumentar el número de repeticiones o el tiempo de contracción.
 - Realizar el ejercicio con los ojos cerrados.

4.4 SENTADILLA SOBRE UNA PIERNA.

- Posición inicial: De pie, apoyados sobre un solo pie, con la pierna de apoyo extendida.
- Posición final: Posición de sentadillas, con flexión de las rodillas y las caderas (entre 135° y 90° de flexión de la rodilla, según el ángulo de trabajo que queremos; a mayor ángulo, más intenso será el trabajo muscular). Los brazos quedan adelantados.
- Ejercicio:
 - Ejercicio 1: Desde la posición inicial, ir a la posición de sentadilla con 90° - 125° de flexión de las rodillas y es volver arriba de forma controlada. Podemos adelantar los brazos al bajar. Realizamos 2 series de 8 – 15 repeticiones, en función del nivel de fuerza y al ángulo en el que trabajemos. (Anexo 21)

- Ejercicio 2: Mantener de 15 a 30 segundos (según la capacidad) la posición de sentadillas en diferentes ángulos de flexión de las rodillas. Realizar 1 serie en 2 – 3 ángulos diferentes.
- Observaciones: Ejercicio indicado para fortalecer la musculatura extensora de las rodillas y las caderas. La carga sobre la articulación es mayor que las sentadillas con un fitball en la espalda. El esfuerzo muscular aumenta. Trabajaremos con ángulos amplios, sin flexionar mucho la rodilla de apoyo en las fases iniciales de recuperación, y la velocidad de contracción será lenta.
- Dificultad:
 - Aumentar el número de repeticiones o el tiempo de contracción.
 - Aumentar la velocidad de contracción.
 - Realizar el ejercicio con los ojos cerrados.

4.5 SENTADILLA SOBRE PLATAFORMA INESTABLE.

- Posición inicial: De pie sobre una plataforma inestable, en este caso, un bosu o un dyn air. Brazos a los largo del cuerpo y mirada al frente.
- Posición final: Posición de sentadillas, con flexión de las rodillas y las caderas (entre 125° y 90° de flexión de las rodillas, según el ángulo de trabajo que queremos; cuanto mayor, más intensidad).
- Ejecución:
 - Ejercicio 1: desde la posición inicial vamos bajando a la posición de media o sentadilla o sentadilla a 90° y después volvemos arriba de forma controlada. Realizar 2 series de 10 – 15 repeticiones. (Anexo 22)
 - Ejercicio 2: Mantener durante 30 segundos a 1 minuto (según la capacidad) la posición de sentadillas en diferentes ángulos de flexión de las rodillas. Realizar 1 serie en 2 – 3 ángulos diferentes.
- Observaciones: En este ejercicio vamos a notar un trabajo muscular con las extremidades inferiores globalmente mayor que en las sentadillas en las que apoyamos la espalda en el fitball. El desequilibrio también es mayor, al introducir la base inestable.
- Dificultad:
 - Aumentar el número de repeticiones o el tiempo de contracción.
 - Realizar el ejercicio con los ojos cerrados

4.6 ESTABILIDAD SOBRE LA PUNTA DE LOS PIES

- Posición: De pie, apoyados sobre las puntas de los pies en el primer ejercicio. En equilibrio sobre un solo pie en el segundo ejercicio.
- Ejecución:
 - Ejercicio 1: Caminar hacia delante sobre la punta de los pies durante 15 – 20 segundos. Descansar 30 segundos y repetir. (Anexo 23)
 - Ejercicio 2: Apoyados esta vez sobre un solo pie, elevamos el talón del suelo lentamente y volvemos abajo. Realizar 2 series de 10 repeticiones con cada pierna.
- Observaciones: Podemos realizar el ejercicio 1 cambiando sobre los talones (como veremos más adelante), o sobre el lado interno o el lado externo del pie.
- Dificultad: Progresión para el ejercicio 2:
 - Realizarlo con un ligero apoyo de la mano sobre una pared para facilitar la estabilidad.
 - Realizarlo sin apoyo de la mano.
 - Realizarlo con los ojos cerrados (para los dos ejercicios).
 - Realizar el ejercicio sobre una base o un recorrido inestable.

4.7 ESTABILIDAD SOBRE LOS TALONES DE LOS PIES.

- Posición: De pie, apoyados sobre los talones de los pies para el primer ejercicio. De pie sobre un solo pie para el segundo ejercicio.
- Ejecución:
 - Ejercicio 1: Caminar hacia delante sobre los talones de los pies durante 15 – 20 segundos. Descansar 30 segundos y repetir. Variante: Realizar lo mismo con los ojos cerrados. (Anexo 24)
 - Ejercicio 2: Apoyados esta vez sobre el talón de un solo pie, mantener la posición mientras realizamos pequeñas flexoextensiones de rodilla. Realizar 2 series de 10 repeticiones con cada pierna.
- Dificultad: Progresión para el ejercicio 2:
 - Realizarlo con un ligero apoyo de la mano en una pared para facilitar la estabilidad.
 - Realizarlo sin apoyo de la mano.
 - Realizarlo con los ojos cerrados (para los dos ejercicios).

- Realizar el ejercicio sobre una base o un recorrido inestable.

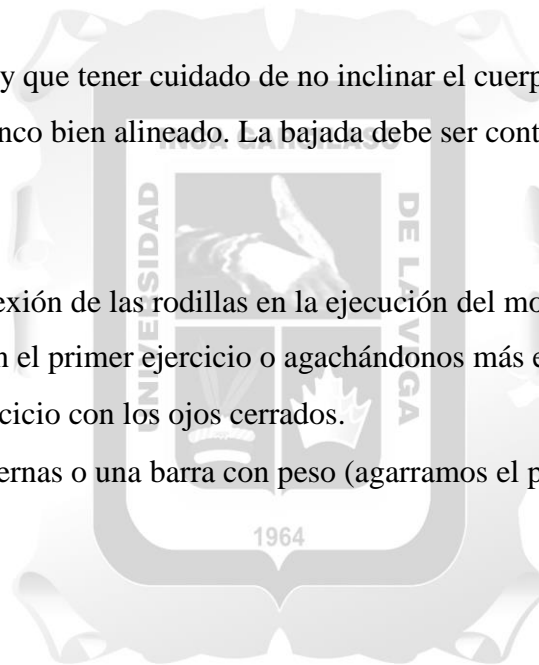
4.8 FLEXOEXTENSIÓN Y ABDUCCIÓN-ADUCCIÓN DE LA CADERA CON APOYO UNIPODAL Y UNA RESISTENCIA ELÁSTICA

- Posición inicial: Apoyados sobre una pierna, que está ligeramente flexionada, con una resistencia elástica a nivel proximal entre las dos piernas; la otra pierna queda extendida en el aire.
- Posición final: Igual, pero la cadera de la pierna libre estará en flexión o en extensión en el primer ejercicio, y en abducción en el segundo ejemplo. La rodilla está extendida.
- Ejecución:
 - Ejercicio 1: Realizar flexoextensiones de la cadera con la pierna libre llevándola adelante y atrás alternativamente mientras mantenemos la rodilla extendida. Realizar 2 series de 10 flexoextensiones, descansando 30 segundos entre las series. (Anexo 25)
 - Ejercicio 2: Realizar separación- aproximación de la cadera con la pierna libre llevándola afuera y adentro alternativamente mientras mantenemos la rodilla extendida. Realizar de 10 abducciones-aducciones descansando 30 segundos entre las series.
- Dificultad:
 - Utilizar resistencias elásticas variables de menor a mayor.
 - Realizar el ejercicio con los ojos cerrados.
 - Utilizar una base inestable bajo el pie de apoyo.

4.9 SUBIDA A UN BANCO O STEP UP.

- Posiciones: Empezamos con un pie apoyado sobre un banco de altura variable, de forma que la pierna queda perpendicular al banco y el peso del cuerpo recae sobre este pie. El cuerpo está erguido, y el otro pie está con la punta de los dedos apoyada en el suelo, cerca del banco. La posición final estará en función de las variantes en la ejecución.
- Ejecución:

- Nos impulsamos hacia arriba de forma dinámica hasta que tenemos las piernas a la misma altura (sin llegar a apoyar sobre el step la pierna que estaba abajo), mantenemos un momento y volvemos debajo de forma lenta y controlada. Repetir de 10 a 15 veces. (Anexo 26)
- Lo mismo, pero la pierna que asciende seguirá un recorrido en el cual flexionaremos la cadera hasta que el muslo se encuentre perpendicular al suelo y la rodilla flexionada.
- Realizar los ejercicios anteriores imprimiendo un pequeño salto con la pierna de apoyo en la posición más alta.
- Igual que el ejercicio anterior, pero con el impulso intercambiamos la pierna de apoyo, de forma que realizamos repeticiones con cada pierna de forma alternativa.
- Observaciones: Hay que tener cuidado de no inclinar el cuerpo mucho hacia delante manteniendo el tronco bien alineado. La bajada debe ser controlada y más lenta que la subida.
- Dificultad:
 - Aumentar la flexión de las rodillas en la ejecución del movimiento, elevando la rodilla arriba en el primer ejercicio o agachándonos más en el segundo.
 - Realizar el ejercicio con los ojos cerrados.
 - Utilizar mancuernas o una barra con peso (agarramos el peso con las manos)



CONCLUSIONES

1. La propiocepción está encargada de informar la posición exacta del segmento corporal, también juega un papel importante en el control del movimiento siendo fundamental para las actividades diarias, el ejercicio, el deporte, regula la dirección y el rango articular, permitiendo así las reacciones y las respuestas reflejas automáticas, también participa en el desarrollo del esquema corporal en relación con el espacio y de dar soporte a las acciones motoras.
2. El sistema propioceptivo actúa como un sistema de defensa, realizando los ajustes necesarios en cada situación y poder realizar los movimientos adecuados, cuando sufrimos una lesión articular, el sistema propioceptivo se deteriora causando un déficit de información propioceptiva, provocando así una disminución de la coordinación y el riesgo de sufrir otra lesión articular.
3. El entrenamiento propioceptivo induce mejoras en el aspecto como la recuperación del sistema propioceptivo después de una lesión que disminuyen la efectividad de este sistema, la reducción de poder sufrir una lesión, el entrenamiento somatosensiral ayuda a evitar lesiones propias de la actividades deportivas como en los deportes de mayor exigencia competitiva.
4. El trabajo propioceptivo en el entrenamiento y recuperación de la lesión en el miembro inferior como parte de la rehabilitación, en la aplicación de cualquier disciplina deportiva y en la organización física en una sala de preparación, obtendremos óptimos resultados en la fuerza, la flexibilidad, la coordinación, el equilibrio muscular y el tiempo de reacción.
5. La agudeza propioceptiva está directamente asociada con el rendimiento de un deportista de alta elite, durante el entrenamiento del sistema propioceptivo los movimientos repetitivos se pueden almacenar como una orden central y pasar a automatizarse, de esta manera se consigue un patrones motores sin una referencia continúa de la consciencia.

RECOMENDACIONES

1. El fisioterapeuta debe de tener conocimiento de los principios generales en el entrenamiento del sistema propioceptivo, con la finalidad de obtener los óptimos resultados para cada paciente de manera individualizada, las adaptaciones en el ejercicio de cada paciente son diferente y el diseño del plan de entrenamiento también debe serlo.
2. El fisioterapeuta debe tener un plan de tratamiento específico acorde a las metas planteadas, si existe una sensación de agotamiento durante el entrenamiento, debe replantearse los ejercicios, reduciendo la intensidad o su prolongación, para así obtener los óptimos resultados de uno de los principios del entrenamiento propioceptivo, la adaptación.
3. El fisioterapeuta debe de tener en cuenta el umbral de adaptación de cada paciente tratado, según sus metas y objetivos, se pueden implementar desde los ejercicios propioceptivos de menor dificultad, hasta realizar los ejercicios de mayor dificultad, en medida que va mejorando debemos modificar el estímulo de manera progresiva.
4. El fisioterapeuta debe de dar un estímulo al paciente en el momento adecuado para lograr una buena adaptación pero debe implementar en su plan de tratamiento la recuperación, el descanso, las pausas entre estímulos, el periodo que aplicamos hasta a través del sueño, para que se pueda dar el efecto del principio de la supercompensación.
5. El fisioterapeuta debe de tener en cuenta que mientras se encuentre un estímulo, preense en el paciente, no debe interrumpirlo, el paciente podrá llevar una adaptación constante debido al principio del entrenamiento propioceptivo la continuidad, se tiene que tener en cuenta los límites de estímulos según el umbral de adaptación del paciente para así no llegar a la fatiga

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

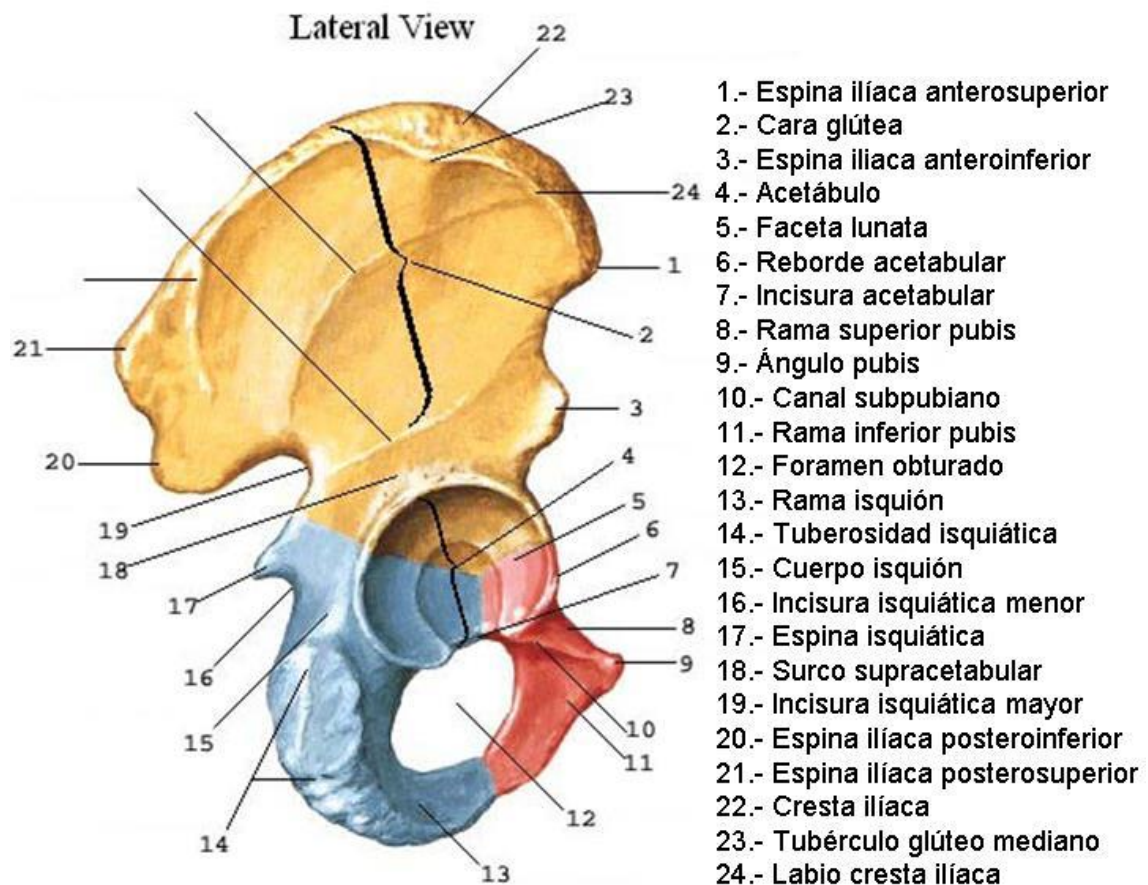
1. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 11.a ed. Editorial Medica Panamericana Sa de; 2006. 1154 p.
2. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13.a ed. Editorial Medica Panamericana Sa de; 2013. 1330 p.
3. Dufour M. Anatomía del miembro inferior. EMC - Podol. 1 de noviembre de 2012;14(4):1-12.
4. Sherrington C. The Integrative Action of the Nervous System. Wentworth Press; 2016. 438 p.
5. Bruyneel A-V. Evaluación de la propiocepción: pruebas de estereotestesia y cinestesia. EMC - Kinesiterapia - Med Física. 2016;37(4):1-11.
6. López L, Rodríguez I, Palacios A. Prevención de esguinces de tobillo en jugadoras de baloncesto amateur mediante programas de propiocepción. Estudio piloto de casos-contróles. Fisioterapia. septiembre de 2015;37(5):212-22.
7. Han J, Waddington G, Anson J, Adams R. Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. J Sci Med Sport. enero de 2015;18(1):77-81.
8. Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. J Strength Cond Res. 2016 Feb;30(2):461-475.
9. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. J Sport Health Sci. 1 de marzo de 2016;5(1):80-90.
10. Han J. Multiple joint proprioception in movement discrimination. University of Canberra, Canberra. 2013.
11. Röijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. Man Ther. 1 de junio de 2015;20(3):368-77.

12. Ordahan B, Küçükşen S, Tuncay İ, Salli A, Uğurlu H. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2015;28(3):531-7.
13. Riva D, Fani M, Benedetti MG, Scarsini A, Rocca F, Mamo C. Effects of High-Frequency Proprioceptive Training on Single Stance Stability in Older Adults: Implications for Fall Prevention. *BioMed Res Int.* 2019; 2019:2382747.
14. Winter T, Beck H, Walther A, Zwipp H, Rein S. Influence of a proprioceptive training on functional ankle stability in young speed skaters - a prospective randomised study. *J Sports Sci.* 2015;33(8):831-40.
15. Bruyneel A-V. Evaluación de la propiocepción: pruebas de estereotestesia y cinestesia. *EMC - Kinesiterapia - Med Física.* 1 de noviembre de 2016;37(4):1-11
16. Kerr CE, Agrawal U, Nayak S. The Effects of Tai Chi Practice on Intermuscular Beta Coherence and the Rubber Hand Illusion. *Front Hum Neurosci.* 2016;10:37
17. Nordin M. Biomecánica básica del sistema musculoesquelético. Tercera. Mc Graw Hikk; 2004. 485p
18. Kisner C, Colby LA. Ejercicio terapéutico. Fundamentos y técnicas. Editorial Paidotribo; 2005. 638 p.
19. Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p
20. Ricardo Mirella. Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. Ed. Paidotribo. 2001. 268p
21. Willian E. Prentice. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Ed. Paidotribo. 1997 508p.
22. Cruz-Díaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med.* agosto de 2015;36(9):754-60
23. David R. Lamb. Fisiología del ejercicio. Respuestas y adaptaciones Ed. Augusto E. Pila Teleña. 1985. 406p

24. López-González L, Rodríguez-Costa I, Palacios-Cibrián A. Prevención de esguinces de tobillo en jugadoras de baloncesto amateur mediante programas de propiocepción. Estudio piloto de casos-contróles. Fisioterapia. 1 de septiembre de 2015;37(5):212-22.
25. Manso JMG. Introducción a la teoría del entrenamiento deportivo: (Principios generales). Nogal Ediciones; 1997. 285 p.
26. Nordin M. Biomecánica básica del sistema musculoesquelético. Tercera. Mc Graw Hikk; 2004.
27. Vladimir N. Platonov; Marina M. Bulatova. “La preparación física”. Ed. Paidotribo. 4ª edición. 2001. 408p
28. Zintl F. Entrenamiento de la resistencia: fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento. Martínez Roca; 1991. 225 p.
29. Mel C. Siff; Yuri Verkhoshansky. Super entrenamiento”. Ed. Paidotribo. 2000. 564p
30. Astrand – Rodahl. Fisiología del trabajo físico”. Ed. Panamericana. 3ª edición. 1992. 488p
31. Schmidt R. A. Motor Learning and Performance: From Principles to Practice. Champaign, IL. 1991. 310 p
32. Henri Neiger. Estiramientos analíticos manuales, técnicas pasivas. Ed Panamericana. 1998. 158p
33. Julio Tous Fajardo. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Ed Paidotribo. 1999. 2019 p

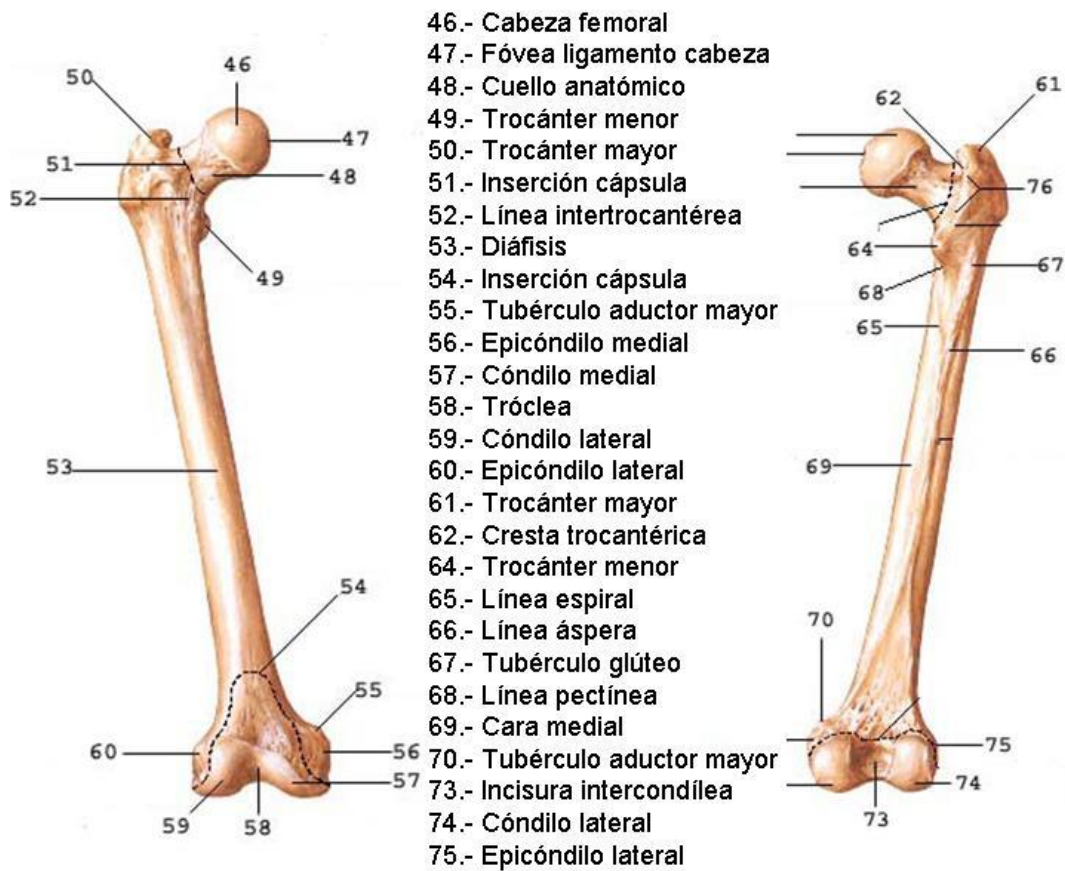
ANEXOS

ANEXO 1: hueso coxal



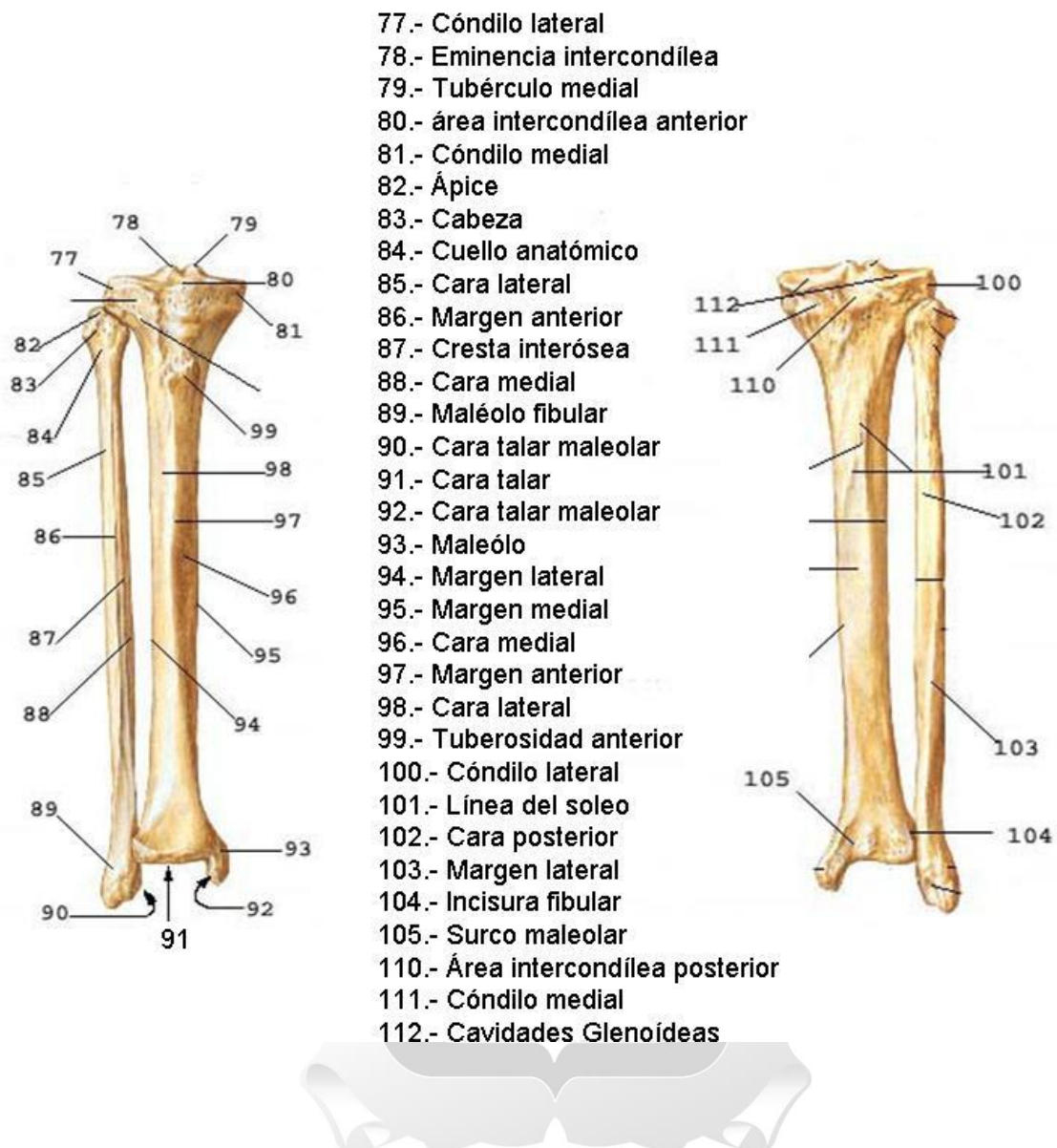
Referencia Bibliográfica: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/kine1/top6.html>

ANEXO2: hueso del fémur



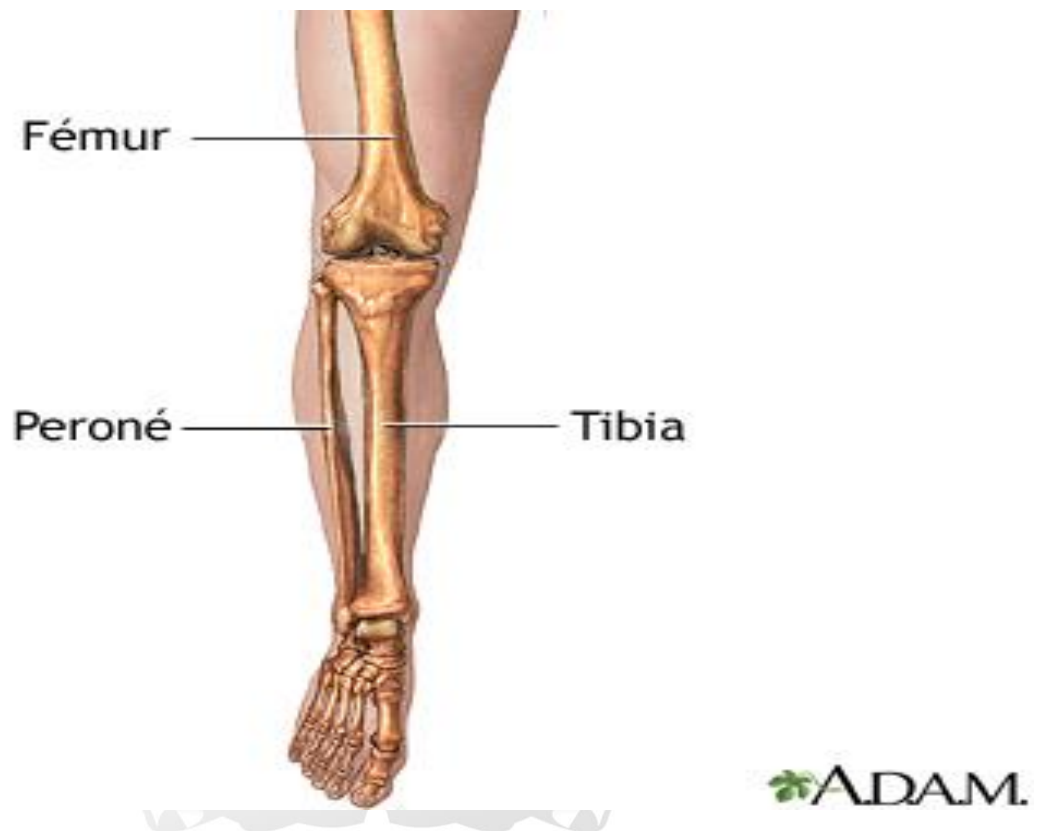
Referencia: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/kine1/top6.html>

ANEXO 3: hueso de la tibia



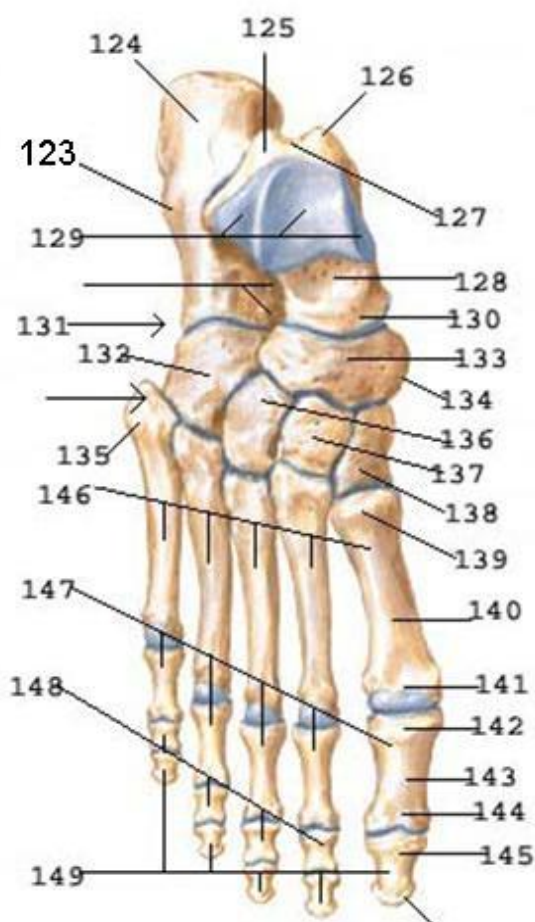
Referencia: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/kine1/top7.html>

ANEXO 4: hueso peroné



Referencia: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/8844.htm

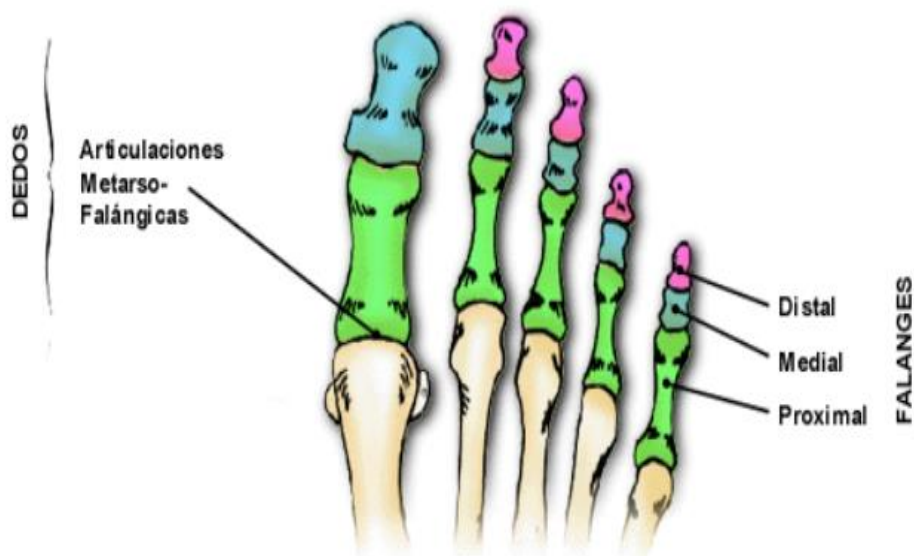
ANEXO 5: Hueso del Tarso



- 123.- Tróclea fibular
- 124.- Tuberosidad calcánea
- 125.- Tubérculo lateral talar
- 126.- Tubérculo medial talar
- 127.- Surco Flex. Largo Halux
- 128.- Cuello del talo
- 129.- Cara maleolar lateral – Tróclea – cara maleolar medial
- 130.- Cuello del talo
- 131.- Art. Calcáneoocuboídea
- 132.- Cuboides
- 133.- Escafoides
- 134.- Tubérculo escafoides
- 135.- Base V metatarsiano
- 136.- Cuneiforme lateral
- 137.- Cuneiforme medio
- 138.- Cuneiforme medial
- 139.- Base I metatarsiano
- 140.- Diáfisis I met.
- 141.- Cóndilo I met.
- 142.- Base falange posterior
- 143.- Diáfisis
- 144.- Tróclea
- 145.- Base falange anterior
- 146.- Base Metatarsianos
- 147.- Art. Metatarsofalángicas
- 148.- Art. Interfalángicas
- 149.- Falanges Distales

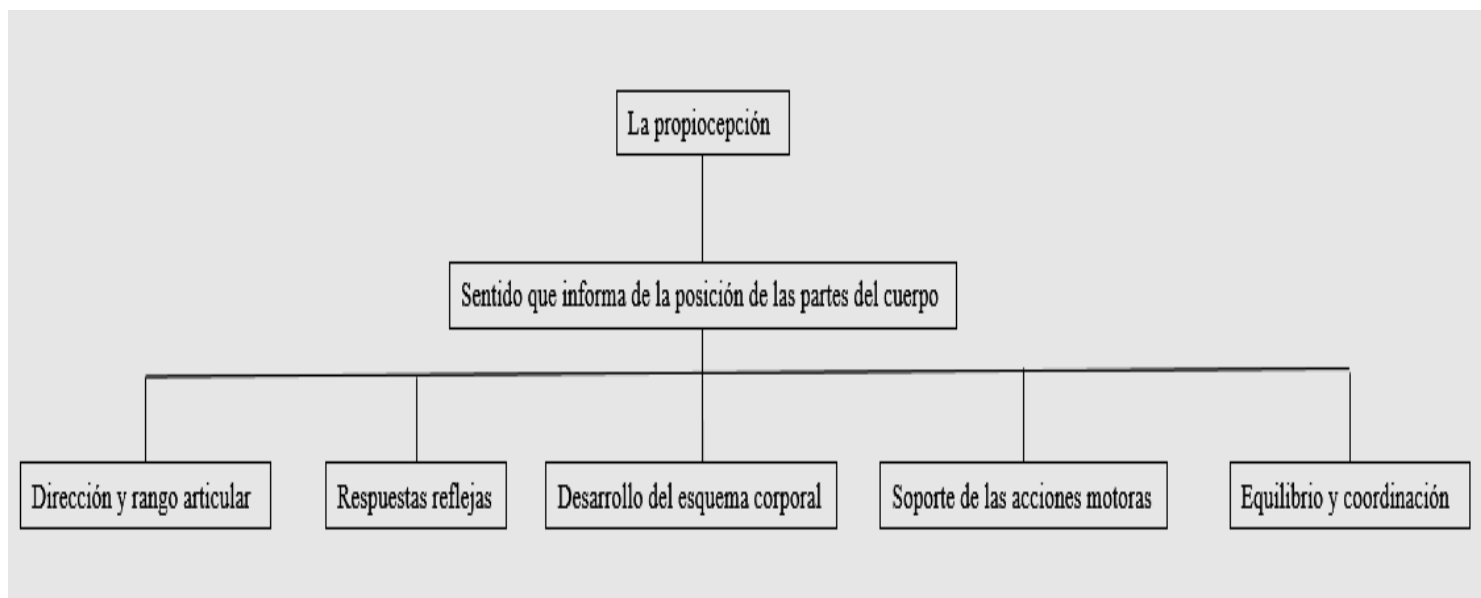
Referencia: <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/kine1/top7.html>

ANEXO 6: Hueso de las Falanges



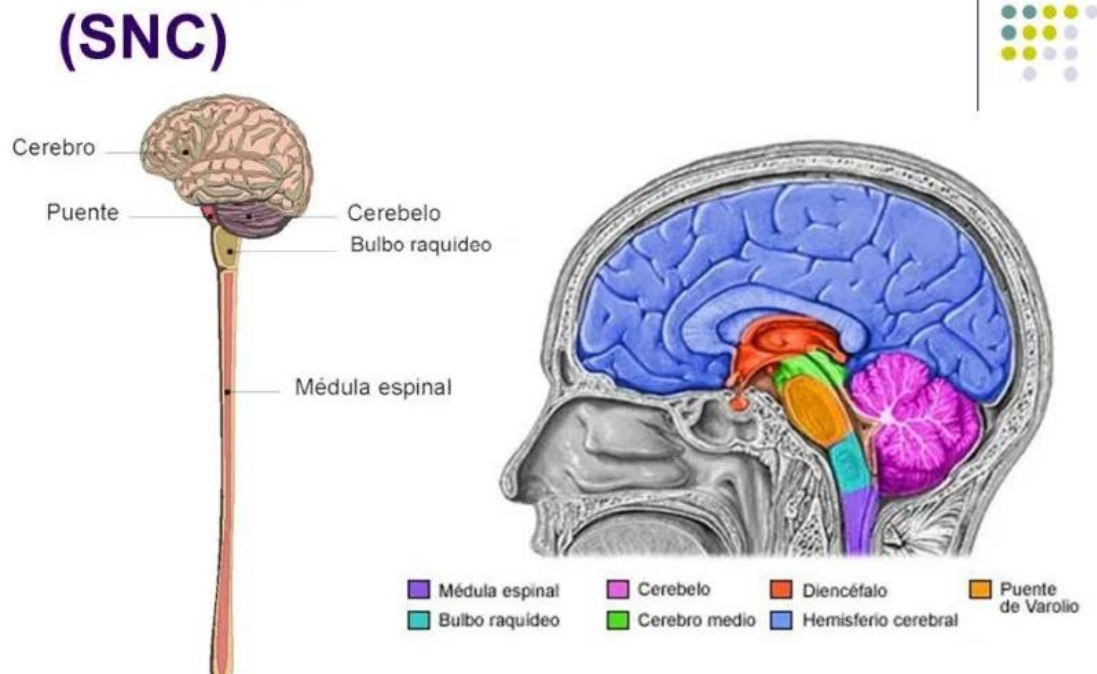
Referencia: <https://www.podoortosis.com/informaci%C3%B3n/estructura-osea-vista-dorsal/>

ANEXO 7: La propiocepción



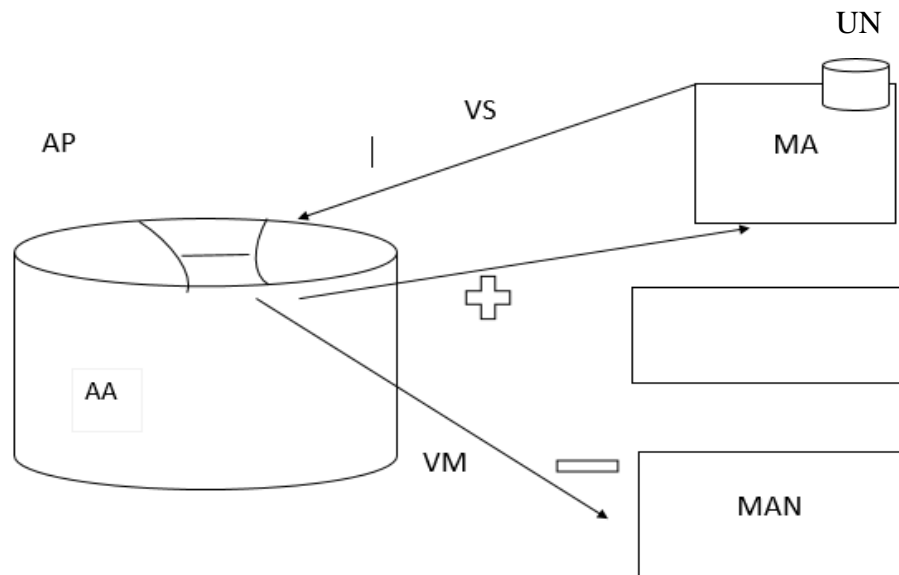
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 8: Sistema Nervioso Central



Referencia: <https://juanposeblog.wordpress.com/2017/01/03/el-sistema-nervioso-central/>

ANEXO 9: Reflejo Miotático



VS: Vía sensitiva

VM: Vía motora

AA: Asta anterior

AP: Asta posterior

MA: Músculo antagonista

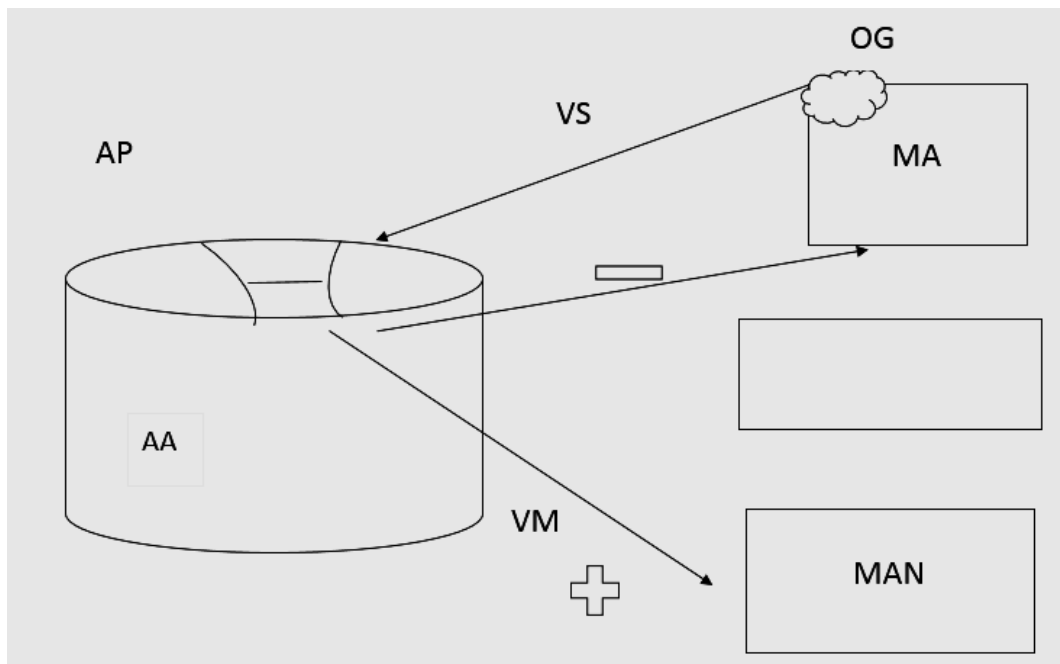
UN: Uso neuromuscular



Reflejo Miotático: Un estiramiento brusco estimula el uso neuromuscular situado en el músculo, se envía información a la médula y se produce una respuesta motora de contracción del músculo agonista y de inhibición del antagonista.

Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 10: Reflejo Miotático Inverso



VS: Vía sensitiva

VM: Vía motora

AA: Asta anterior

AP: Asta posterior

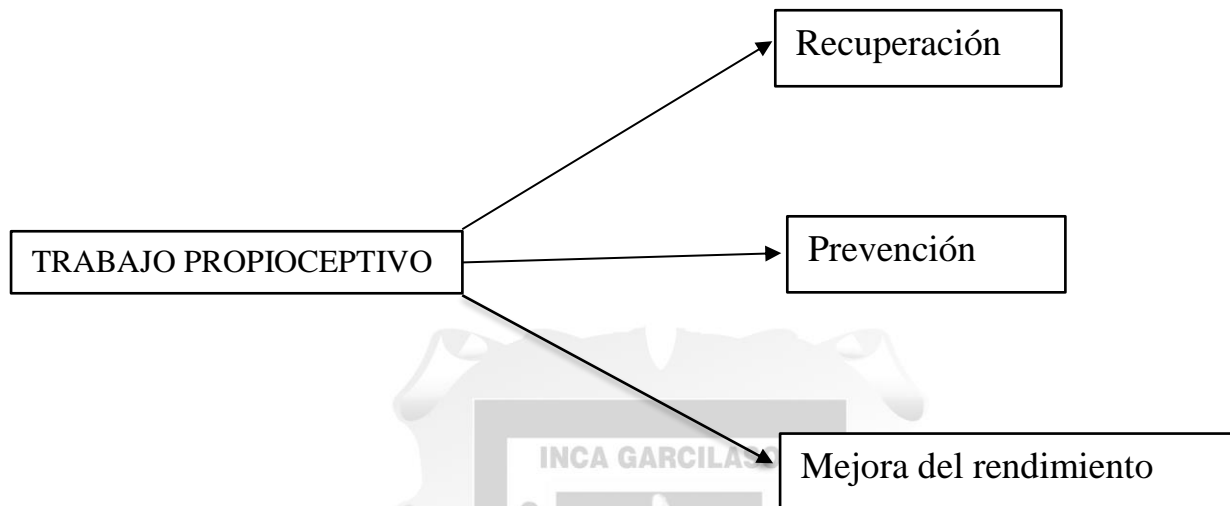
MA: Músculo antagonista

OG: Órgano tendinoso de Golgi

Reflejo Miotático: Los receptores tendinosos de Golgi situados en el tendón detectan los cambios de tensión y envían la información a la médula, inhibiéndose el musculo agonista.

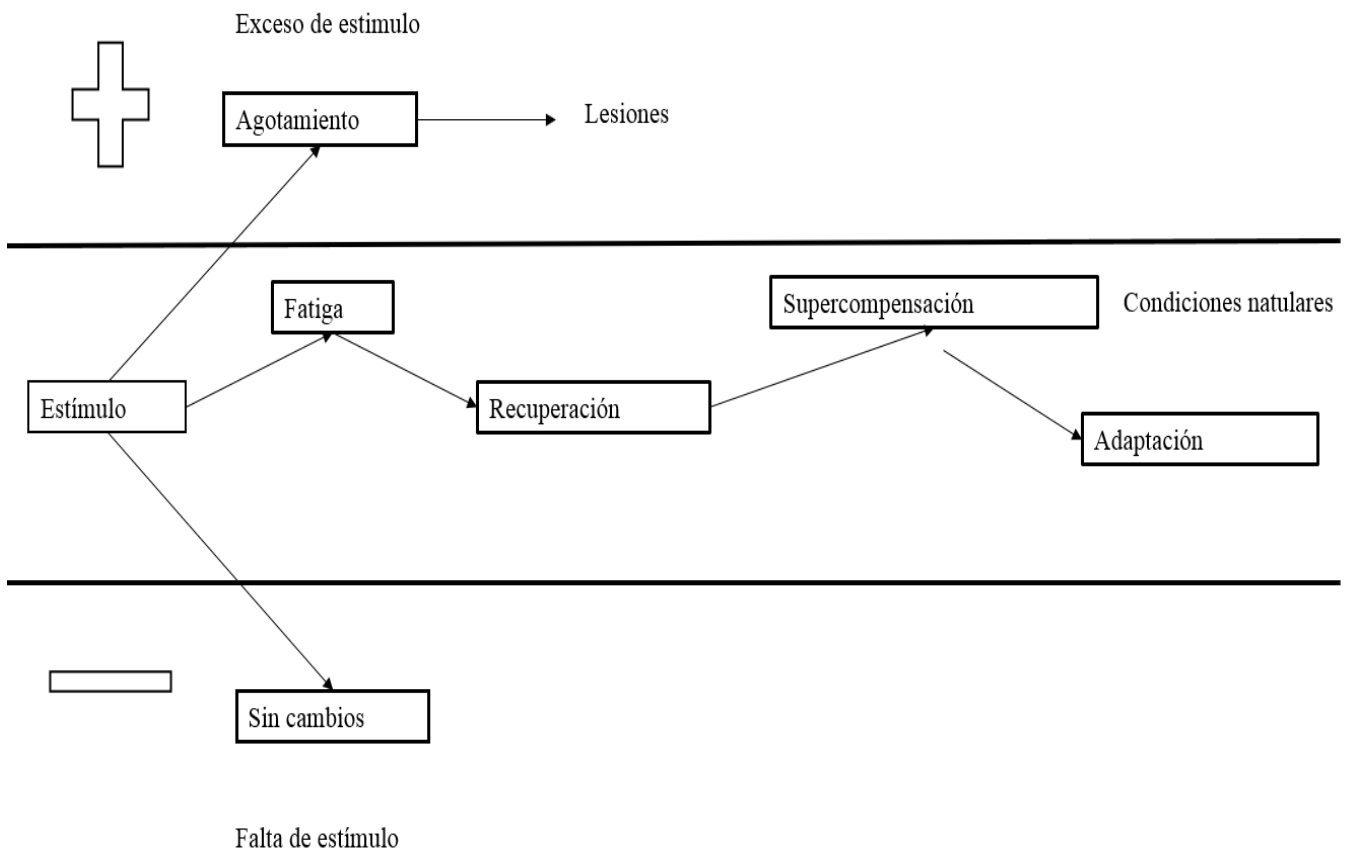
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 11: Beneficios del entrenamiento propioceptivo



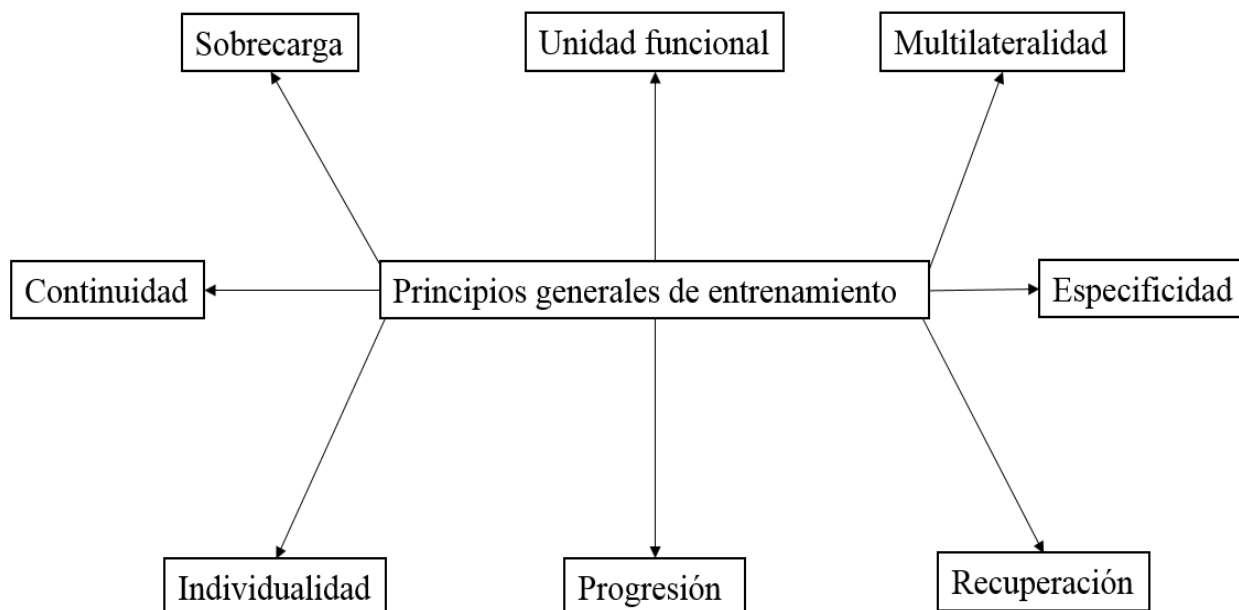
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 12: Adaptación en la práctica de ejercicio.



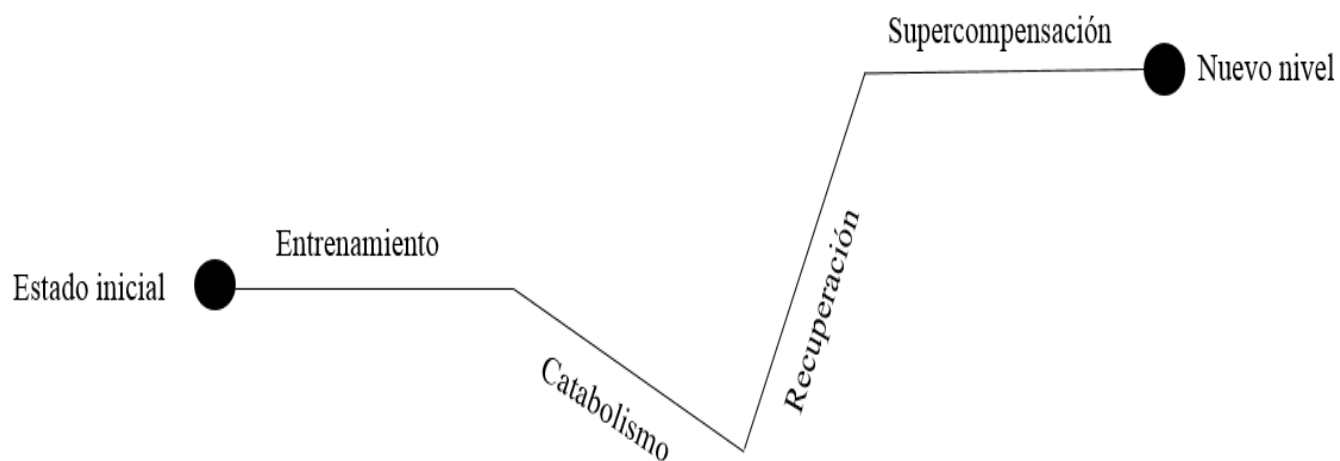
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 13: Principios generales de entrenamiento.



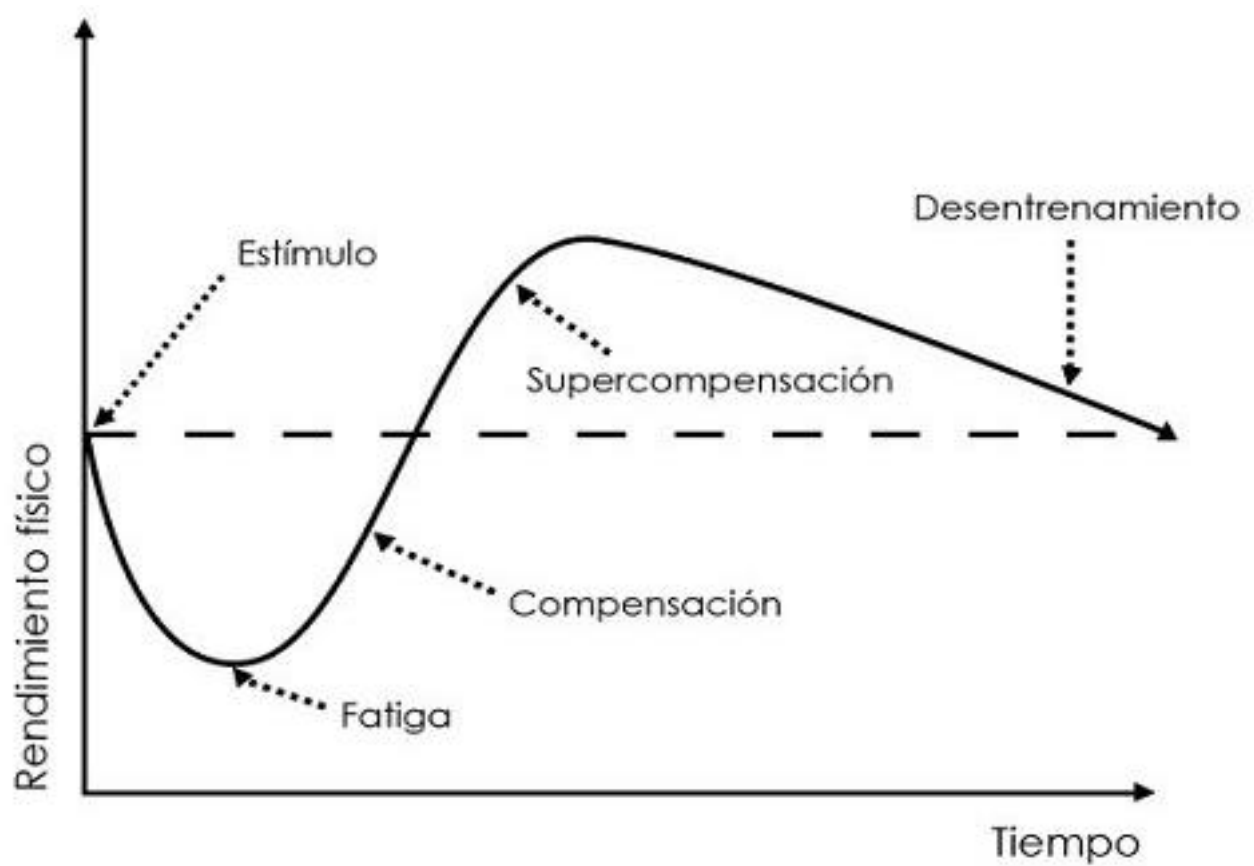
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 14: Supercompensación.



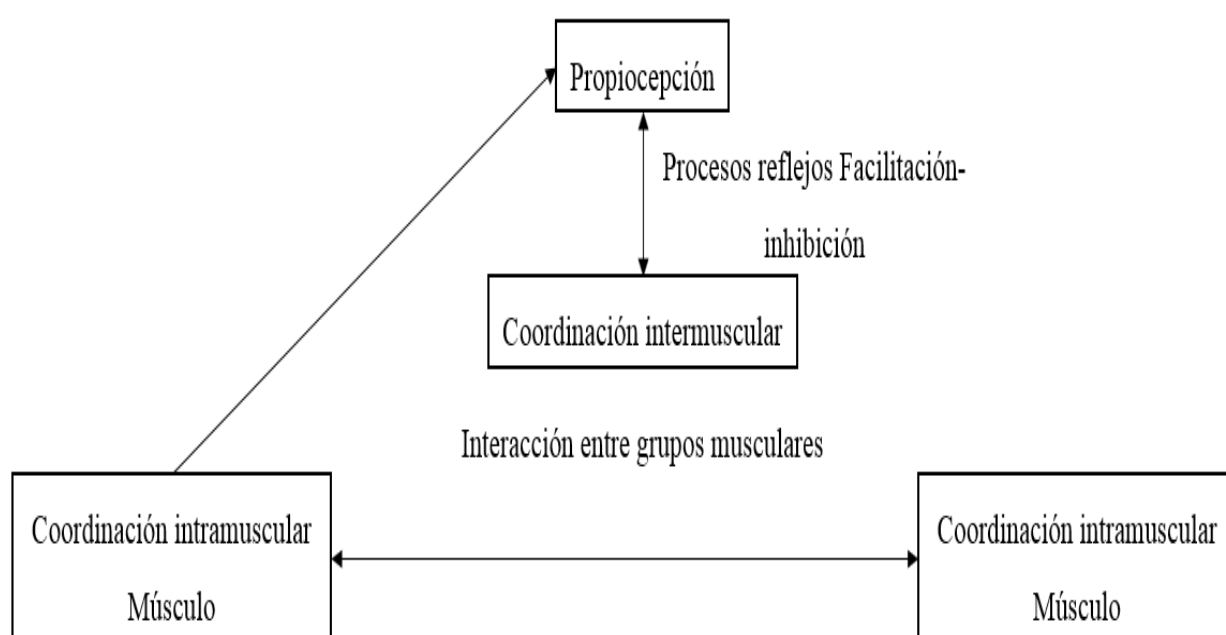
Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 15: Fases de la supercompensación.



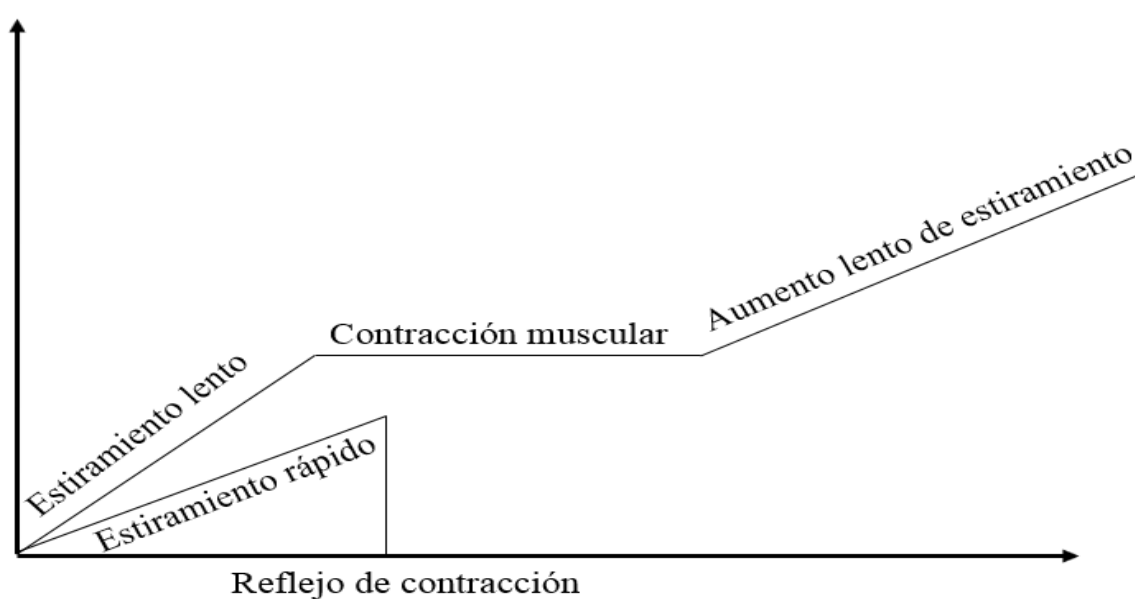
Referencia: <https://aptavs.com/articulos/principio-de-supercompensacion>

ANEXO 16: procesos reflejos que incluye la propiocepción.



Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

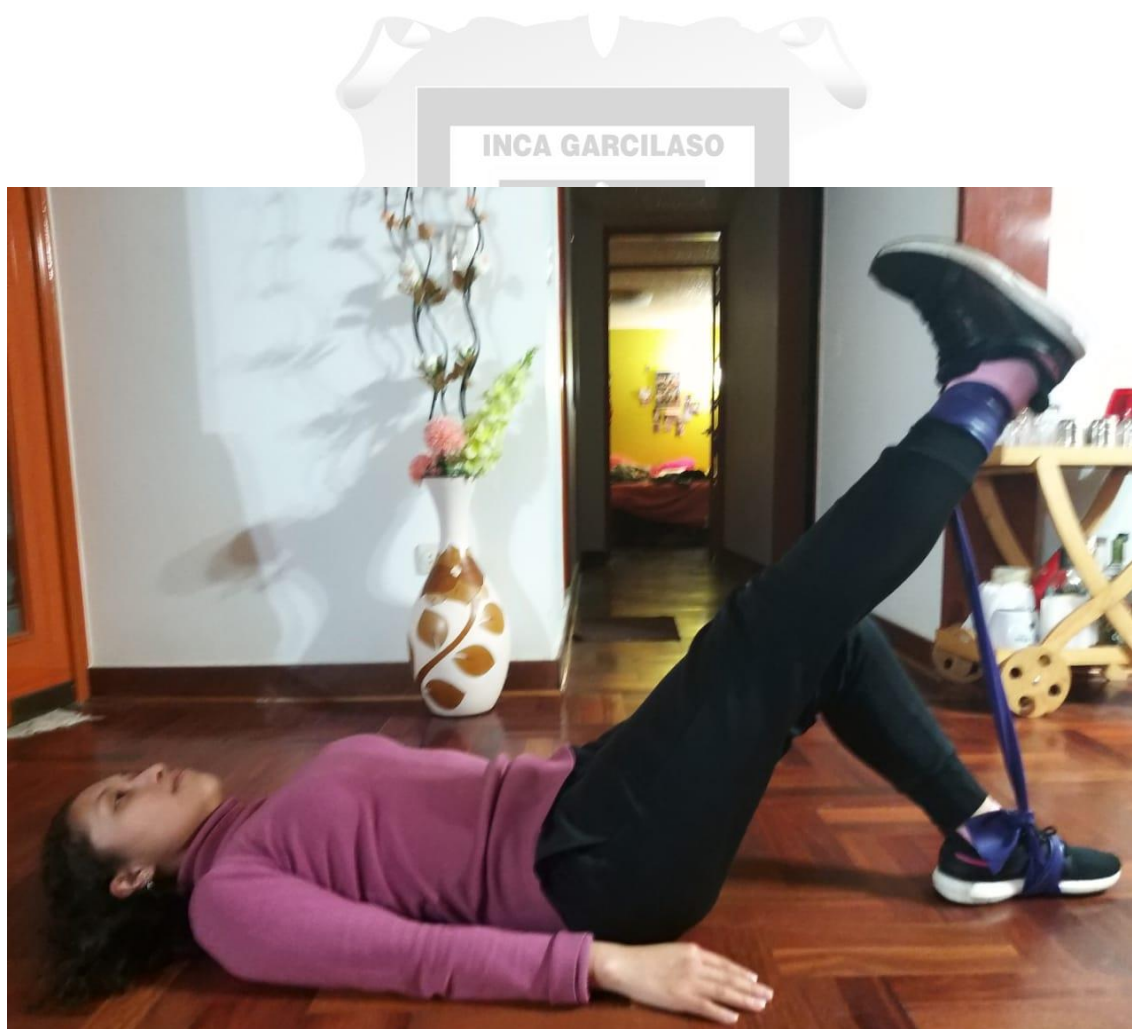
ANEXO 17: reacción neuromuscular ante un estiramiento.



Estiramiento postisométrico: los períodos de tensión activan los receptores de Golgi, lo cual produce una relajación subsiguiente.

Referencia: Tarantino F. Entrenamiento propioceptivo Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas. España: Editorial Medica Panamericana 2017. 186 p

ANEXO 18: Flexión de la cadera con la rodilla extendida, tumbado, con una resistencia elástica.



Referencia: <https://www.efisioterapia.net/articulos/propiocepcion-y-trabajo-estabilidad-fisioterapia-y-deporte-principios-diseno-ejercicios>

ANEXO 19: Flexión y aducción de la cadera con la rodilla extendida, tumbado, con una resistencia elástica (variante 2)



Referencia: <https://www.efisioterapia.net/articulos/propiocepcion-y-trabajo-estabilidad-fisioterapia-y-deporte-principios-diseno-ejercicios>

ANEXO 20: Sentadilla con apoyo de la espalda en un fitball



Referencia: <https://mensandbeauty.com/propiocepcion>

ANEXO 21: Sentadilla sobre una pierna



Referencia: <https://entrenamientopropioceptivo.com/ejercicios-de-propiocepcion-de-tobillo-y-rodilla/>

ANEXO 22: Sentadilla sobre plataforma inestable



Referencia: <https://mindfit.club/running/propiocepcion/>

ANEXO 23: Estabilidad sobre la punta de los pies



ANEXO 24: Estabilidad sobre los talones de los pies



ANEXO 25: Flexoextensión y abducción-aducción de la cadera con apoyo unipodal y una resistencia elástica



Referencia: <https://entrenamientopropioceptivo.com/ejercicios-de-propiocepcion-de-tobillo-y-rodilla/>



ANEXO 26: Subida a un banco o step up



Referencia: <https://entrenamientopropioceptivo.com/ejercicios-de-propiocepcion-de-tobillo-y-rodilla/>

